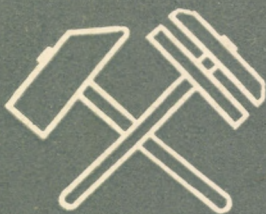


HADITECHNIKAI *Szemle*

A MAGYAR NÉPHADSEREG TUDOMÁNYOS-TECHNIKAI FOLYÓIRATA



MÁSODIK ÉVFOLYAM

2

SZÁM · 1957 OKTÓBER HÓ



A Magyar Néphadsereg
tudományos-technikai folyóirata

Szerkeszti a szerkesztőbizottság

Főszerkesztő:

SÁRDY TIBOR
mérnök-ezredes

Felelős szerkesztő:

NAGY ISTVÁN GYÖRGY
okl. gépészmérnök

A szerkesztőség címe:
Budapest, 114, Postafiók 26.

*

Kiadja a Zrínyi Honvéd Kiadó
Budapest, VI., Népköztársaság útja 2.
Telefon: 112-645.

*

Megjelenik negyedévenként
Előfizetési ára félévre 10.— Ft.

Megrendelhető az alakulatok
sajtófelelősei útján a kiadótól

*

Polgári terjesztő:
Posta Központi Hírlapiroda
Budapest, V., József nádor tér 1.
Telefon: 180-850.

Egyéni megrendelés a 61297 sz.,
közületi megrendelés a 61066. sz.
csekkszámlán.

*

5427/2 — Zrínyi Nyomda, Budapest.
Felelős: Bolgár Imre.

TARTALOMJEGYZÉK

Rácz Elemér a műsz. tud. kandidátusa, egyet. tanár — Varga László okl. gépészmérnök, egyet. tanársegéd: Gázugárhajtású vadászipülőgépek legkedvezőbb emelkedése — — — — —	41
Bálint János mérnök-alez.: Kisteljesítményű rövidhullámú kétoldalsávú amplitúdómodulált rádióállomások éjszakai hatótávolsága — — — — —	47
Liszka György okl. gépészmérnök: A terepjáró vontatás főbb talajmechanikai problémái — — — — —	60
Lőrincz István mérnök-szds.: A csőszájfékek működése és elmélete	70
Péchy László mérnök-örgy.: A légitámadás korszerű eszközeinek hatása az építkezésekre és a légórtalomra — — — — —	78
KÜLFÖLDI TECHNIKAI SZEMLE — — — — —	83
[A tranzisztorok alkalmazása a haditechnikában (83.) — A napalm és újabb felhasználási lehetőségei (85). — Szélessávú rádiórelé (87). — Matematikai gépek felhasználása a repülésben (90).]	
KÖNYV- ÉS FOLYÓIRATSZEMLE — — — — —	91

СОДЕРЖАНИЕ

Проф. кандидат тех. наук Э. Рац — ун-в. ассистент инж. Л. Варга — Оптимальный набор высоты реактивного истребителя	41
Инж. подполк. Я. Балнт — Дальность передачи в ночное время маломощных коротковолновых амплитудно-модулированных радиостанций с двумя боковыми полосами	47
Инж. Д. Лиска — Основные проблемы по грунтовой механике вездеходной буксировки	60
Инж. капитан И. Леринц — Действие и теория дульных тормозов .	70
Инж. майор Л. Печи — Влияние современных средств воздушного нападения на строительство и МПВО	78
ОБЗОР ЗАРУБЕЖНОЙ ТЕХНИКИ	83
[Применение полупроводников в военной технике (83). — Напальм и новые возможности его применения (85). — Широкополосное радиореле (87). — Математические машины в авиации (90).]	
БИБЛИОГРАФИЯ	91

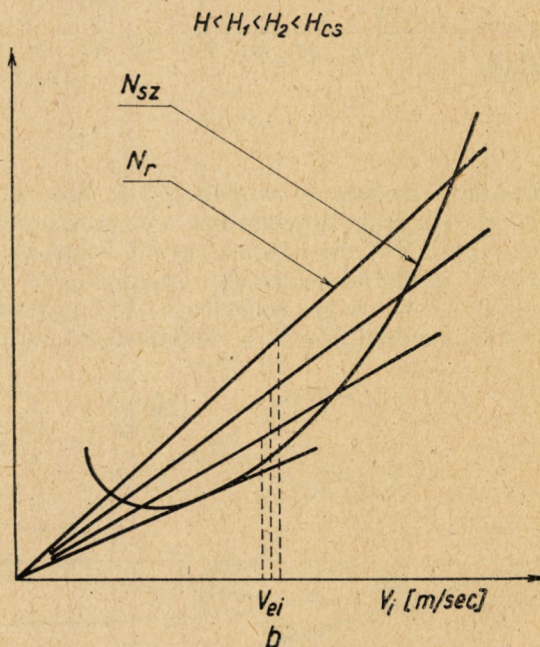
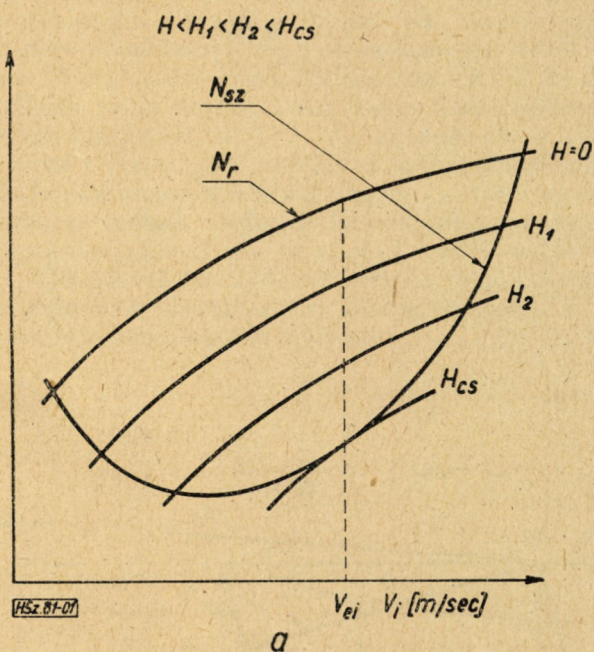
Gázsugárhajtású vadászrepülőgépek legkedvezőbb emelkedése

A repülőgépek emelkedő repülésével kapcsolatban az egyik legfontosabb kérdés, hogy milyen módon, azaz különböző magasságokban milyen pályamenti (repülési) sebességet tartva jut fel a repülőgép *legrövidebb idő alatt* bizonyos magasságra. Ez a legkedvezőbb emelkedés — amelyet tehát a $V = f(H)$ (V a repülési sebesség, H a magasság) összefüggés fejez ki — nyilván olyképpen való-

(kg), X a repülőgép légellenállása (kg), végül G a repülőgép súlya (kg).

Az (1) összefüggés tehát azt fejezi ki, hogy a gép emelkedésekor a teljesítménytöbblet végez munkát a nehézségi erő ellenében.

Mivel adott repülőgép rendelkezésre álló és szükséges teljesítménye a gép repülési sebességétől és a repülési magasságtól függ, a legnagyobb emelke-



1. ábra

sítható meg, ha a gép minden közbenső magasságban az ott elérhető legnagyobb emelkedési sebességgel repül.

Az emelkedési sebességet stacionárius repülésben a következő ismert képlet adja meg:

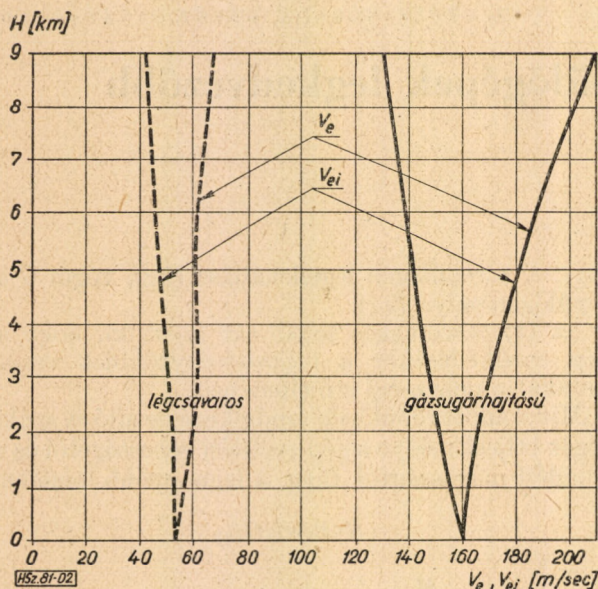
$$w = \frac{N_r - N_{sz}}{G} = \frac{(P_p - X)}{G} V \quad (1)$$

ahol w az emelkedési sebesség (m/sec), N_r a rendelkezésre álló (hajtómű szolgáltatja) teljesítmény (mkg/sec), N_{sz} a vízszintes repüléshez szükséges teljesítmény (mkg/sec), P_p a hajtómű tolóereje

dési sebességet, s ezzel a legkedvezőbb emelkedési viszonyokat azáltal érhetjük el, ha minden magasságban meghatározzuk a gépnek azt a haladási sebességét, amelyen az említett teljesítmények különbsége a legnagyobb.

A stacionárius vízszintes repüléshez szükséges, valamint a rendelkezésre álló teljesítmények sebességgel való változását a Penaud-diagramm ábrázolja. Az 1. ábra dugattyús motorral felszerelt repülőgép (a), valamint a gázsugárhajtású gép (b) ismert Penaud-diagrammját szemlélteti az indikált sebesség függvényében különböző ma-

gasságokban. Az ábrán jól látható, hogy — mivel a rendelkezésre álló teljesítmény görbéi a magassággal közel párhuzamosan tolódnak el — a dugattyús gépeknél a legnagyobb emelkedési sebességhez tartozó indikált repülési sebesség (V_{ei}) a magassággal nem igen változik. Gázugárhajtású



2. ábra

gépeknél ellenben a rendelkezésre álló teljesítménygörbék iránytangensének a magassággal való csökkenése folytán a legkedvezőbb emelkedéshez tartozó indikált sebesség a magassággal kissé csökken. A valóságos sebességek (V_e) ugyanakkor mindkét esetben nőnek a magassággal (2. ábra),

bességet a pályairányú mozgásegyenletl kapjuk. A 3. ábra szerint írhatjuk:

$$P_P - X - G \sin \theta - \frac{G}{g} \frac{dV}{dt} = 0,$$

vagy figyelembe véve, hogy $\sin \theta = \frac{w}{V}$ és

$$\frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dH} \cdot \frac{dH}{dt} = w \frac{dV}{dH},$$

kapjuk:

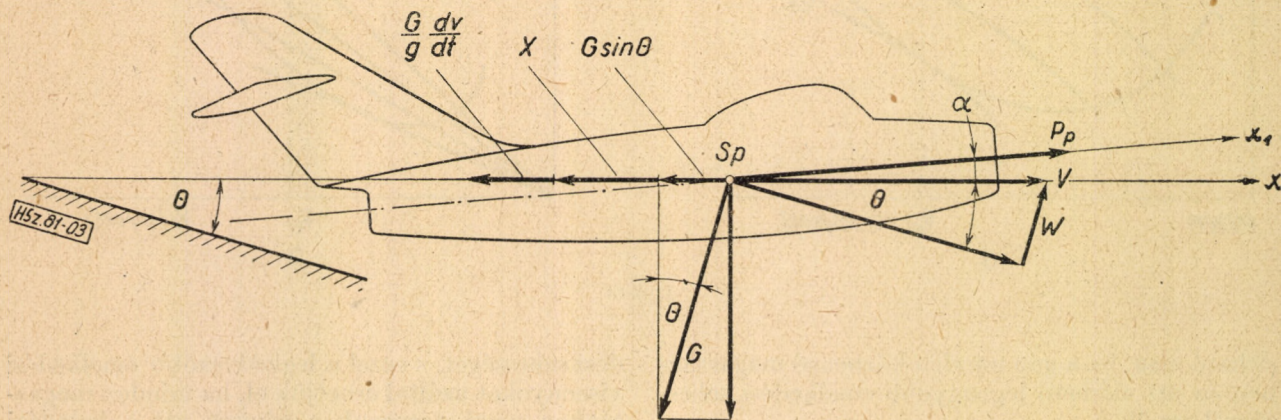
$$P_P - X - G \frac{w}{V} - \frac{G}{g} w \frac{dV}{dH} = 0,$$

ahonnan:

$$w = \frac{(P_P - X) V}{G} \cdot \frac{1}{1 + \frac{V}{G} \frac{dV}{dH}} = w_{\text{stac}} \frac{1}{1 + \frac{V}{G} \frac{dV}{dH}} \quad (2)$$

Az emelkedősebesség tehát kisebb, mint stacionárius esetben. Ez érthető is, mivel a teljesítménytöbblet egy része most a gép gyorsítására szolgál. A (2) képlet segítségével adott sebességre és magasságra csak akkor számíthatjuk ki az emelkedési sebességet, ha az $V = f(H)$ összefüggéssel az emelkedés módja is elő van írva, mivel a képletben dV/dH is szerepel. Ez igen lényeges különbség a stacionárius esettel szemben, amikor is adott V -ez és H -hoz (ρ -hoz) az emelkedési sebességet az (1) képlet minden további nélkül megadja.

A gázugárhajtású vadászgépek sebességekze (V_{\max} -tól V_{\min} -ig) nagyobb magasságokban is meg-



3. ábra

a repülőgép tehát a legkedvezőbb emelkedésben általában gyorsuló mozgást végez.

Az emelkedő repülés pontosabb vizsgálatokor e gyorsulás nem hagyható figyelmen kívül, különösen a gázugárhajtású vadászgépek esetében. Itt a nagy sebességek miatt tekintélyes gyorsulások adódhatnak. Erre az esetre az emelkedési se-

lehetősen nagy. Ezért az előírt magasság eléréséhez szükséges időn kívül harcászati szempontból az sem közömbös, hogy milyen sebességgel jut fel a gép a kérdéses magasságra.

Az emelkedőrepüléssel kapcsolatos feladatot általánosabban tehát a következőképpen fogalmazhatjuk. A zérus magassággal és a V_0 se-

bességgel jellemzett valamely E_0 kezdeti energiaállapotból milyen $V = f(H)$ emelkedési mód szerint jut el a repülőgép legrövidebb idő alatt az előírt E_H energiaállapotba, amelyet a H magasság és a V sebesség jellemez (4. ábra). A pályamenti

mumma, amely eleget tesz az alábbi Euler—Lagrange-féle differenciálegyenletnek:

$$\frac{\partial f}{\partial y} - \frac{d}{dx} \frac{\partial f}{\partial y'} = 0 \quad (4)$$

A differenciálást elvégezve — mivel $\frac{\partial f}{\partial y'}$ általában ugyancsak x , y és y' függvénye — kapjuk:

$$\frac{\partial f}{\partial y} - \frac{\partial^2 f}{\partial y' \partial x} - \frac{\partial^2 f}{\partial y' \partial y} y' - \frac{\partial^2 f}{\partial y'^2} y'' = 0.$$

Másodrendű differenciálegyenletre jutottunk, amelynek általános megoldása:

$$y = f(x, C_1, C_2) \quad (5)$$

A C_1 és C_2 integrálási állandókat a határfeltételekből határozhatjuk meg:

$$\left. \begin{aligned} b_0 &= f(a_0, C_1, C_2) \\ b &= f(a, C_1, C_2) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Abban a különleges esetben, amikor az integrandus lineáris függvénye y' -nek, vagyis az integrál a következő típusú:

$$J = \int_A^B [\Psi(x, y) + \Phi(x, y) y'] dx \quad (7)$$

az Euler—Lagrange-differenciálegyenlet a következőképpen alakul:

$$\frac{\partial \Psi}{\partial y} + \frac{\partial \Phi}{\partial y} y' - \frac{d}{dx} \Phi(x, y) = 0$$

illetőleg elvégezve az utolsó tagban a differenciálást és összevonva:

$$\frac{\partial \Psi}{\partial y} = \frac{\partial \Phi}{\partial x} \quad (8)$$

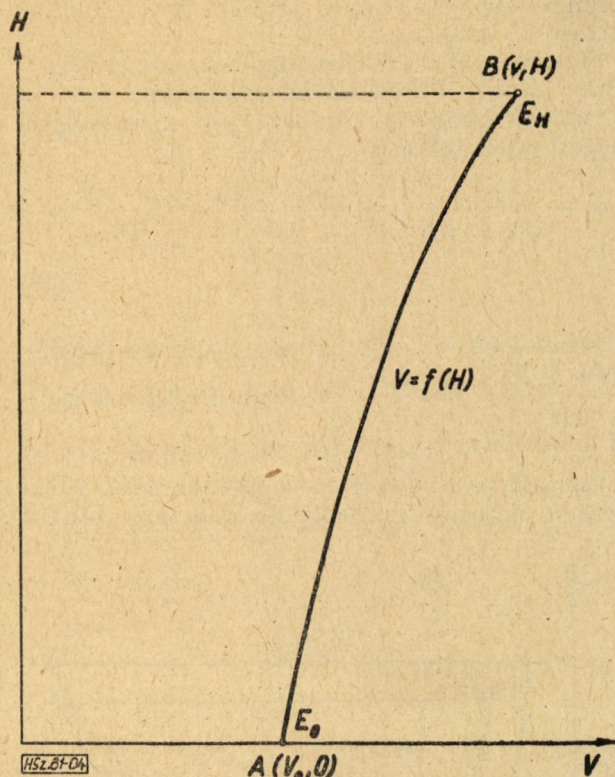
A (8) egyenlet lényegében algebrai összefüggést ad meg y és x között, amelyből az $y = f(x)$ függvény elvileg kifejezhető, vagy $f(x, y) = 0$ implicit alakban — adott esetben pontonként — előállítható. Az így kapott $y = f(x)$ függvény azonban általában nem megy át az A és B pontokon, tehát a feladatnak általában nincs a végpontokra illeszkedő megoldása.

Ezzel a szinguláris esettel állunk szemben a fenti emelkedő repülési problémában is, mivel — mint (3)-ból látjuk — az integrandus itt is lineáris függvénye dV/dH -nak. Jelen esetben:

$$\left. \begin{aligned} \Psi(H, V) &= \frac{G}{(P_P - X) V} \\ \Phi(H, V) &= \frac{G}{g(P_P - X)} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Az emelkedési időt a (3) és (9) összefüggések alapján tehát így írhatjuk:

$$t = \int_A^B (\Psi dH + \Phi dV) \quad (10)$$



4. ábra

gyorsulást is figyelembe véve, az emelkedési időt (2) alapján így írhatjuk:

$$t = \int_0^H \frac{dH}{w} = \int_{A(Q, V_0)}^{B(H, V)} \frac{G \left(1 + \frac{V}{g} \frac{dV}{dH}\right)}{(P_P - X) V} dH \quad (3)$$

Keressük tehát azt a $V = f(H)$ függvényt, amely ezt az integrált minimummá teszi. A fenti integrál, mivel P_P és X általában H és V függvényei, a következő típusú:

$$t = \int_A^B f\left(H, V, \frac{dH}{dV}\right) dH$$

A feladat a variációs számítás módszereivel oldható meg. A variációs számítás alapfeladata a fentivel megegyező típusú alábbi integrál szélső értékének keresése:

$$J = \int_{A(a_0, b_0)}^{B(a, b)} f\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right) dx$$

A variációs számítás elemeiből ismeretes, hogy az J integrált olyan $y = f(x)$ függvény teszi extre-

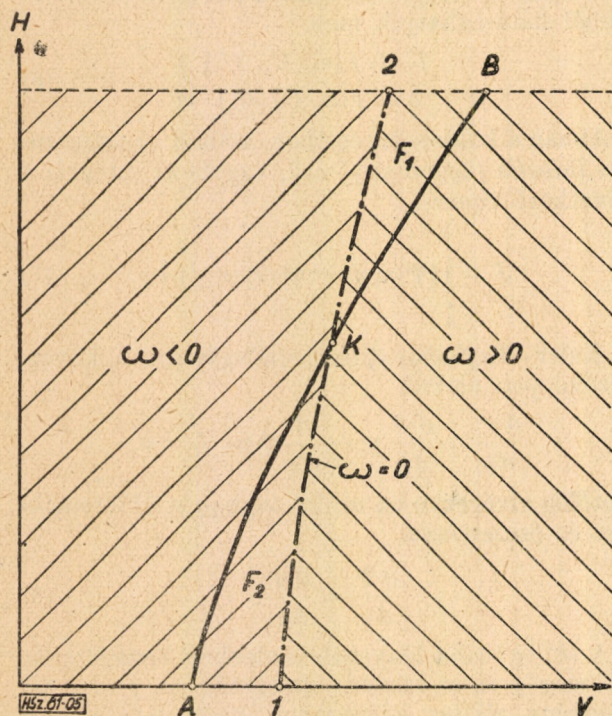
A (8) összefüggés pedig a következőképpen alakul:

$$\frac{\partial}{\partial V} \frac{G}{(P_P - X) V} = \frac{\partial}{\partial H} \frac{G}{g (P_P - X)}$$

illetve G -t az emelkedés folyamán állandónak tekintve:

$$\frac{\partial}{\partial V} (P_P - X) V = \frac{V^2}{g} \frac{\partial}{\partial H} (P_P - X) \quad (11)$$

A (11) összefüggésből nyerhető $V = f(H)$ emelkedési mód a fentiek szerint a probléma extrémumát adja. Fizikailag könnyen belátható, hogy ez az extrémum minimum. Könnyű ugyanis elképzelni, olyan emelkedési módot — pl. állandóan V_{max} közelében repülve —, amikor a kis emelke-



5. ábra

dési sebességek miatt az emelkedés igen hosszú ideig tart. Matematikailag sem nehéz azonban bizonyítani, hogy (11) valóban minimumot szolgáltat.

A (11) összefüggés által meghatározott $V = f(H)$ görbe általában nem megy át az A és a B pontokon, hanem az 1., ill. 2. pontban metszi a 0 és H magasság vonalát (5. ábra, eredményvonal). Bebizonyítjuk, hogy az $A1K2B$ vonal mentén emelkedve rövidebb idő alatt jutunk a B pont által jellemzett energiaállapotba, mintha az A és B pontot közvetlenül összekötő bármely fizikailag lehetséges AKB vonal (folytonos vonal) mentén emelkednénk.

Az $1K2$ vonalra (8) szerint a következő összefüggés érvényes:

$$\frac{\partial \Psi}{\partial V} - \frac{\partial \Phi}{\partial H} = \omega = 0 \quad (12)$$

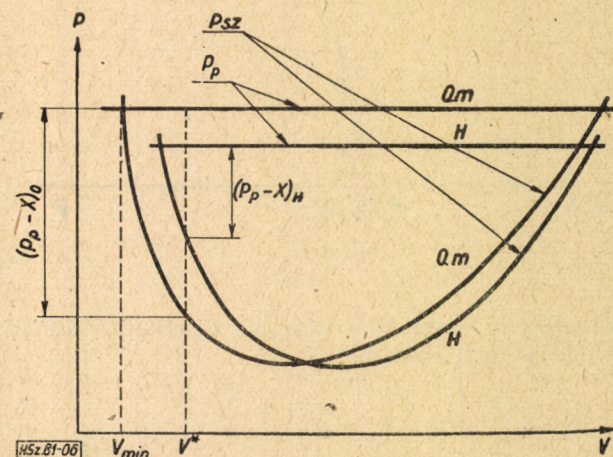
Az $1K2$ vonaltól balra — mint könnyen kimutatható — $\omega < 0$, jobbra $\omega > 0$. Ezt az előjel-összefüggést elég egy pontra igazolni. Legyenek e pont koordinátái: $H = 0$ és $V = V^*$. V^* legyen egész közel V_{min} -hoz (6. ábra) úgy, hogy V^* biztosan kisebb, mint az 5. ábrában az 1. ponthoz tartozó V_1 sebesség.

Figyelemmel a (9) összefüggésekre, a (12) képletben előírt differenciálást elvégezve, ω -ra a következő kifejezést kapjuk (P_P -t a sebességtől függetlennek tekintve):

$$\omega = \frac{G}{(P_P - X)^2} \left[\frac{1}{g} \frac{\partial (P_P - X)}{\partial H} - \frac{P_P - X}{V^2} + \frac{1}{V} \frac{\partial X}{\partial V} \right] \quad (13)$$

V^* sebességen — mint a 6. ábrán világosan látható — $\frac{\partial (P_P - X)}{\partial H} < 0$ és $\frac{\partial X}{\partial V} < 0$, tehát a szögletes zárójel mindhárom tagja és így ω is negatív.

Visszatérve a főkérdésre, legyen az AKB vonal mentén végrehajtott emelkedés ideje t , az $A1K2B$



6. ábra

vonal menti emelkedése pedig τ . Be kell bizonyítanunk, hogy $\Delta t = t - \tau > 0$.

A (10) összefüggés alapján írható:

$$\Delta t = t - \tau = \oint_{AKB \rightarrow K1A} [\Psi dH + \Phi dV] \quad (14)$$

Ezt a vonalintegrált felbonthatjuk két zárt görbevonal menti integrál összegére:

$$\begin{aligned} \Delta t = & \oint_{KB \rightarrow 2K} (\Psi dH + \Phi dV) + \\ & + \oint_{K1 \rightarrow AK} (\Psi dH + \Phi dV) \end{aligned} \quad (15)$$

A Gauss—Green-féle integráltranszformáció segítségével a (15) egyenletben szereplő vonalintegrálokat az F_1 és F_2 zárt területekhez kapcsolt felületi integrálokká alakítjuk át, figyelembevéve, hogy F_2 körüljárási iránya negatív:

$$\Delta t = \iint_{F_1} \left(\frac{\partial \Psi}{\partial V} - \frac{\partial \Phi}{\partial H} \right) dV \cdot dH - \iint_{F_2} \left(\frac{\partial \Psi}{\partial V} - \frac{\partial \Phi}{\partial H} \right) dV \cdot dH = \iint_{F_1} \omega dV \cdot dH - \iint_{F_2} \omega dV \cdot dH \quad (16)$$

Mivel ω az F_1 területen pozitív, az F_2 területen pedig negatív (5. ábra), végeredményben mindkét tag és így Δt is pozitív.

A B pont által jellemzett energiaállapotot tehát úgy érhetjük el a legrövidebb idő alatt, ha a repülőgépet földközeli az I pontnak megfelelő sebességig gyorsítjuk, majd az IK2 görbe által megadott módon felemelkedünk az előírt H magasságra és e magasságban vízszintesen repülve tovább gyorsítjuk a gépet a B pontnak megfelelő sebességre.

Miután az előzőekben a minimum-vizsgálatot elvégeztük, most lássuk hogyan határozzuk meg, számszerűen adott repülőgép esetében a legkedvezőbb emelkedést biztosító $V = f(H)$ összefüggést. A legkedvezőbb emelkedés IK2 szakaszára: $\omega = 0$, a (13) összefüggés alapján tehát írhatjuk:

$$\frac{V^2}{g} \frac{d\rho}{dH} \frac{\partial(P_P - X)}{\partial\rho} - P_P + X + V \frac{\partial X}{\partial V} = 0 \quad (17)$$

E képletben a következő behelyettesítéseket végezzük el. A légellenállást — parabola polárist tételezve fel — a következő ismert képlet adja meg:

$$X = c_{x0} \frac{\rho}{2} V^2 F + \frac{2}{\rho} \frac{G^2}{\pi \lambda_e F V^2}$$

ahol c_{x0} a repülőgép testellenállási tényezője, λ_e a szárny effektív karsúsága és F a szárny területe.

A tolóerőt függetlennek tekinthetjük a sebéstől, a magassággal való változására pedig a szokásos, jó közepes eredményt adó képletet fogadjuk el:

$$P_P = P_{P0} \cdot \varphi$$

ahol P_{P0} a földközeli emelkedési tolóerő, továbbá a troposzférában $\varphi = \Delta^{0.7}$, a sztratoszférában $\varphi = 1.44 \Delta$.

X és P_P e kifejezéseit behelyettesítve (17)-be, a kijelölt differenciálást elvégezve, rendezés után a következő összefüggést kapjuk:

a) a troposzférában ($H < 11\,000$ m):

$$\frac{A}{g} \frac{d\rho}{dH} V^6 - \left(\frac{0.7 \Delta^{0.7}}{g} \frac{d\rho}{dH} P_{P0} + 3 A \rho^2 \right) V^4 + \left(P_{P0} \rho \Delta^{0.7} - \frac{B}{\rho g} \frac{d\rho}{dH} \right) V^2 + B = 0 \quad (18)$$

b) a sztratoszférában ($H > 11\,000$ m):

$$\frac{A}{g} \frac{d\rho}{dH} V^6 - \left(11.5 \frac{\rho}{g} \frac{d\rho}{dH} P_{P0} + 3 A \rho^2 \right) V^4 + \left(11.5 P_{P0} \rho^2 - \frac{B}{\rho g} \frac{d\rho}{dH} \right) V^2 + B = 0 \quad (19)$$

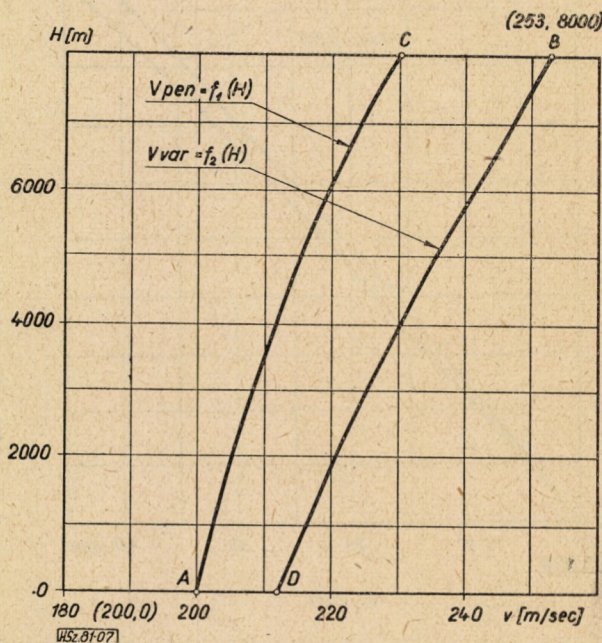
ahol: $A = \frac{c_{x0} F}{2}$ és $B = \frac{2 G^2}{\pi \lambda_e F}$ a gép adataitól függő állandók.

Végeredményben mindkét esetben harmadfokúra redukálható hatodfokú egyenletet kaptunk V -ben. A továbbiak során oly módon járhatunk el, hogy a magasság értékeit felvéve, a hozzátartozó sebességet a fenti egyenletekből az ismert módok egyikével, pl. trigonometrikus módszerrel (esetleg grafikusán) kiszámítjuk. A szakkönyvekben található normál atmoszféra-táblázatok sűrű lépcsőzésben közvetlenül megadják H -hoz ρ és $\Delta^{0.7}$ értékeit. $\frac{d\rho}{dH}$ értékét is kielégítő pontossággal

megkaphatjuk a táblázat segítségével a következőképpen:

$$\frac{d\rho}{dH} \approx \frac{\Delta\rho}{\Delta V} = \frac{\rho_{H+100} - \rho_{H-100}}{200} \quad (20)$$

A fenti számítási eljárás folyamán a légellenállás kifejezésében — mint láttuk — parabolaalakú polárist tételeztünk fel, ezért az egész el-



7. ábra

járás csak addig érvényes, amíg a kritikus Mach-szám túllépésével a hullámellenállás nem jelentkezik. A csúcsmagasságot megközelítő magasságokban ez könnyen előfordulhat, ezért nagyobb magasságokban az eljárás alkalmazhatóságát ellenőrizni kell.

A fentiekben ismertetett számítási módszer illusztrálására a következőkben egy számpélda eredményeit közöljük. Adott repülőgépre meghatározzuk a legkedvezőbb emelkedési viszonyokra jellemző $V = f(H)$ összefüggést először a Penaud-diagramm alapján, vagyis a repülőgép pályamenti gyorsulásának elhanyagolásával, majd a (18) egyenlet segítségével, amely a minimum vizsgálat eredményeképpen adódott. Ezek után pedig meghatározzuk mindkét esetben egy adott magassággal és sebességgel jellemzett energiaállapot eléréséhez szükséges időt.

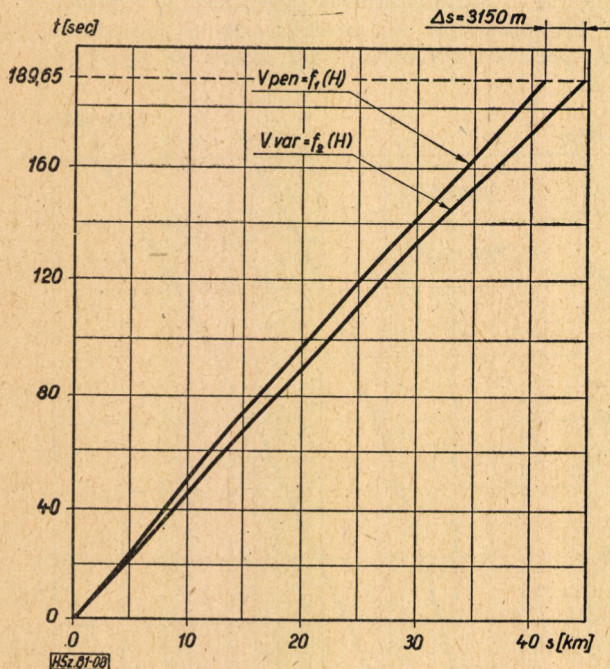
Alapul veszünk egy korszerű sugárhajtású vadászgépet, melynek főbb adatai a következők:

$G = 4800$ kg; $s = 10$ m; $\lambda_e = 4,91$; $F = 20,4$ m²; $c_{x0} = 0,016$, $P_{P0} = 2400$ kg.

A számítást a szolgálati magasság: $H = 8000$ m eléréséig végezzük el. E magasságig, mivel a gép csúcsmagassága jóval nagyobb, a polárist parabolának tekinthetjük. A számítás elég hosszadalmas részleteit nem ismertetjük, csupán a kapott eredményeket.

Jelölje a kezdeti energiaállapotnak megfelelő A pontot a Penaud-diagramm alapján számítható $V_{pen} = f_1(H)$ görbének a $H = 0$ vonallal való metszéspontja (7. ábra). E pont koordinátái $H = 0$ és $V = 200$ m/sec. Legyen ugyanakkor az elérendő energiaállapotnak megfelelő B pont a variációs számítás útján nyert $V_{var} = f_2(H)$ görbe 8000 m-hez tartozó pontja. E pont koordinátái tehát: $H = 8000$ m és $V = 253$ m/sec. Ha a gép a $V_{pen} = f_1(H)$ összefüggés által meghatározott sebességeloszlással repül, akkor az A -tól a B pont eléréséhez szükséges idő két részből tevődik össze: az A -ból a C -be való jutáshoz szükséges időből, t_{A-C} -ből, továbbá t_{C-B} -ből, a B pontra jellemző sebességre való felgyorsításhoz szükséges időből.

t_{A-C} -t a 3. képlet alapján grafikus integrálással határoztuk meg. Ehhez $\frac{dV}{dH}$ -t a 7. ábrából vettük ki különböző magassá-



8. ábra

gokon. X -re és P_p -re a fentebb megadott képleteket alkalmaztuk. Az integrálás eredményeként kapjuk:

$$t_{A-C} = 173 \text{ sec}$$

A B pont által jellemzett sebességre való felgyorsításhoz szükséges időt a mozgásmennyiség megváltozására vonatkozó

tétel alapján számítjuk, figyelembe véve, hogy a gyorsító erő állandónak tekinthető. Lesz tehát:

$$t_{C-B} = \frac{G(V_B - V_C)}{g(P_p - X)_{8000}} = \frac{4800(253 - 229,5)}{9,81(1250 - 560)} = 16,65 \text{ sec.}$$

Így a B energiaállapot eléréséhez szükséges összes idő:

$$t_{A-B}^{\text{pen}} = t_{A-C} + t_{C-B} = 173 + 16,65 = 189,65 \text{ sec.}$$

Emelkedjék a gép a $V_{var} = f_2(H)$ összefüggés által meghatározott sebességeloszlással. Ez esetben az A energiaállapot elérése után a gépet földközélsben felgyorsítjuk a D pontra jellemző sebességre. Ehhez szükséges idő:

$$t_{A-D}^{\text{var}} = \frac{G(V_D - V_A)}{g(P_p - X)_0} = \frac{4800(212,7 - 200)}{(9,81(2200 - 890))} = 4,71 \text{ sec.}$$

Ezután meredeken emelkedik a gép a $V_{var} = f_2(H)$ függvényvel jellemzett $D-B$ görbe mentén, míg eléri a B energiaállapotot.

Az emelkedés ideje a fentebbihez hasonló grafikus integrálás eredményeként

$$t_{D-B} = 177,75 \text{ sec-ra}$$

adódik.

Tehát a B energiaállapot eléréséhez szükséges összes idő:

$$t_{A-B}^{\text{var}} = 4,71 + 177,75 = 182,66 \text{ sec.}$$

Az elérhető időnyereség:

$$\Delta t = t_{A-B}^{\text{pen}} - t_{A-B}^{\text{var}} = 189,65 - 182,66 = 7 \text{ sec.}$$

A 8. ábrán feltüntetettük a repülőgép által megtett út nagyságát az emelkedési idő függvényében. Láthatjuk, hogy a $V_{pen} = f_1(H)$ sebességeloszlás szerint repülő gép az A energiaállapotból a B energiaállapotba való jutásához szüksége idő alatt $41\,050$ m utat tesz meg, ellentétben a $V_{var} = f_2(H)$ sebességeloszlást megvalósító géppel, amely ugyanannyi idő alatt ($189,65$ sec) $44\,200$ m út megtételére képes. Ez a körülmény a második gépnek az elsővel szemben 3150 m helyzetelőnyt biztosít. Az ekkora útkülönbség számottevő fölényt jelenthet. Mivel az emelkedés mindkét módját ugyanazzal a gázkarállással, tehát közel azonos üzemanyagfogyasztáson hajtják végre, ezért a kívánt repülési magasság eléréséhez és azonos nagyságú repülőút megtételéhez szükséges üzemanyag $5-6\%$ -kal csökken, ha a gép a $V_{var} = f_2(H)$ sebességeloszlással repül.

A repülőgépgyárak a gép dokumentációjában megadják a legkedvezőbb emelkedést biztosító $V = f(H)$ összefüggést, mégpedig rendszerint a Penaud-diagramm alapján a repülőgép pályamenti gyorsulásának elhanyagolásával.

A fenti példából kitűnik, hogy a pontosabb vizsgálat alapján nyerhető emelkedési mód lényeges előnyöket nyújt, ezért indokoltabb a variációs számítás útján kapható $V = f(H)$ összefüggéssel előírni az emelkedő repülés végrehajtását. Igaz, hogy ez az eljárás több számítási munkát igényel, de ha a fent bemutatott előnyökre gondolunk, akkor láthatjuk, hogy megéri a fáradságot.

Irodalom

[1] A. Miele: Soluzioni Generali di Problemi di Ottimo in Volo Non-Stazionario. L' Aerotecnica, 32 — 3, 135—142., (1952).

[2] A. Miele: Problemi di Tempo nel Volo Non-Stazionario degli Aeroplani. Atti della Accademia Delle Scienze di Torino, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali 35, 41—52. (1950/51).

Kisteljesítményű rövidhullámú kétoldalsávós amplitúdómodulált rádióállomások éjszakai hatótávolsága

1. Bevezetés

A kisteljesítményű rövidhullámú rádióállomások éjszakai hatótávolságát felületi hullámok alkalmazása esetén azonos antennára, üzemmódra és frekvenciára vonatkoztatva a megfelelő nappali hatótávolság 40–60%-ában szokták megadni. Tanulmányunkban kimutatjuk, hogy ez az eljárás távbeszélő üzemmódra helytelen eredményeket ad. Kísérleti eredményekre támaszkodó számítási eljárást mutatunk be, amellyel a tapasztalatokkal jól egyező összeköttetési valószínűségeket lehet megállapítani.

2. A hatótávolság megállapítása a zajszint nagysága alapján

A felületi hullámokkal dolgozó rádióállomások hatótávolságát számítással oly módon szokás meghatározni, hogy a frekvencia, a talajminőség és az antennteljesítmény figyelembevételével megállapítják az adó keltette térerősséget a tőle mért távolság függvényében. A vevőantenna ismeretében a térerősség bemenőfeszültséggé számítható át. A vételhez szükséges bemenőfeszültség nagyságát az alkalmazott üzemmódnak megfelelő jel/zaj viszony, végső fokon a zaj nagysága határozza meg.

Mindezt matematikai formában az alábbi összefüggésekkel jelezhetjük ki:

$$U_{\min} = \kappa \cdot U_{\text{zaj}}, \quad (1)$$

továbbá

$$E = F(D, \varepsilon, \sigma, f, W) \quad (2)$$

mivel

$$U = h_{\text{veff}} \cdot E, \quad (3)$$

a fentiek alapján

$$U_{\min} = \kappa U_{\text{zaj}} = h_{\text{veff}} \cdot F(D, \varepsilon, \sigma, f, W) \quad (4)$$

A felírt (1) – (4) összefüggésekben U a bemenő feszültség (μV), E az adó keltette térerősség ($\mu V/m$), D a hatótávolság (km), ε a talaj dielektromos állandója, σ a talaj vezetőképessége, f a működési frekvencia (MHz), W az antennából kisugárzott teljesítmény (W), h_{veff} a vevőantenna effektív magassága (m), κ a jel/zaj viszony, U_{zaj} a zajfeszültség értéke (μV), végül E_{zaj} a zaj-térerősség ($\mu V/m$).

A (4) egyenlet átalakításával kapjuk, hogy

$$\frac{\kappa}{h_{\text{veff}}} U_{\text{zaj}} = \kappa E_{\text{zaj}} \cdot F(D, \sigma, \varepsilon, f, W) \quad (4a)$$

Ebből a D hatótávolságot ki lehet számítani; ez célszerűen grafikus eljárással történik.

Látjuk, hogy a hatótávolságot alapvetően a zajfeszültség határozza meg, ha az egyéb tényezőket állandónak vesszük.

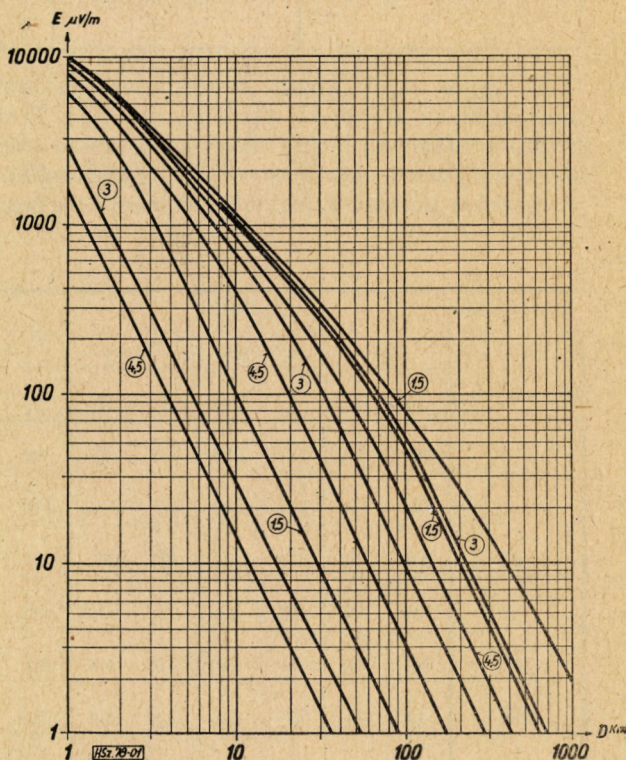
A számításokat függőleges polarizációra Norton-

módszerrel végeztük és az eredményeket az 1. ábrán tüntettük fel. Az I. táblázatban összeál-

I. táblázat

Talaj minősége	Vezetőképesség σ	Dielektromos állandó ε
jó (legelő, kisebb dombok, kövér földek)	$3 \cdot 10^{-13}$	14
közepes (síkság, mocsarak, erdők)	$7,5 \cdot 10^{-14}$	14
rossz (homokos, száraz síkvidék)	$2 \cdot 10^{-14}$	10

lított adatokból indultunk ki, a működési frekvencia (f) 1,5, 3 és 4,5 MHz, a jel/zaj viszony (κ) értéke 1 (távíró), ill. 3 (távbeszélő). Az antenná-



1. ábra. 1 W kisugárzott teljesítményhez tartozó térerősségek a távolság függvényében 1,5, 3 és 4,5 MHz frekvenciára, valamint jó, közepes és rossz talaj esetén

ból kisugárzott teljesítményt (W) 1 W-nak választottuk.

Avégből, hogy a hatótávolság értékét az 1. ábrából meghatározhatjuk, ismerni kell a zajfeszültséget (U_{zaj}).

Ez mindenekelőtt a vevő saját zajából, a légköri eredetű zavarokból, valamint az idegen állomások zavaró jeleiből tevődik össze. A rövidhullámú sáv kiválasztott szakaszán (1,5 és 5 MHz között) a napszak folyamán a zajfeszültség egyes összetevőinek nagyságában lényeges különbségek mutatkoznak.

A nappali órákban, amikor az ionosféra F rétegéről visszaverődés nincs, olyankor idegen állomások térhullámából származó zavaró jelek nem jelentkeznek. Éjszaka viszont az említett jelek igen nagy térerősséggel lépnek fel a terjedés szempontjából kedvező ionosféra-viszonyok következtében.

A légköri eredetű zavarok a meteorológiai körülményektől függően, nyáron erőteljesek, télen elhanyagolhatók. A vevő saját zaját a szóban forgó zajforrásokhoz képest ugyancsak figyelmen kívül hagyhatjuk.

Az említetteken kívül még ipari eredetű zavarok is előfordulnak, ezekkel azonban nem foglalkozunk, mert megfelelő települési helyet választva ki, ezek hatása nem jut érvényre.

és délutáni úgynevezett átmeneti időszak pedig közepesnek tekinthető.

A zajok nagyságának ingadozásából arra is következtethetünk, hogy a hatótávolságok rendkívül nagy mértékben szórnak. A szórás attól függ, hogy a működési frekvencián az összeköttetés időpontjában mekkora a zajszint. Az 1. ábrán feltüntetett diagramm alapján távbeszélő és táviró üzempire (A_3 , A_1) meghatározzuk, hogy a kiválasztott frekvenciákon 1 és 3000 $\mu V/m$ közé eső különböző zajszintek esetén 1 W kisugárzott teljesítmény mekkora hatótávolságot biztosít km-ben. A kapott értéket a III. táblázatban, valamint a 2. ábrán tüntettük fel.

A táblázatból leolvasható, hogy a zajszinttől függően a hatótávolság táviróüzemmódban 1–1300 km-ig, távbeszélő üzemmódban pedig 1–780 km-ig változik.

A kiszámított adatok alapján fel kell vetni azt a kérdést, hogy a hatótávolság jellemző-e vala-

II. táblázat

Napszak	Reggel	Délelőtt	Délután	Éjjel
	01—07	07—13	13—19	19—01
Uralkodó zaj	Idegen állomások jelei, légköri zajok	Légköri zajok, vevő saját zaja	Idegen állomások jelei, légköri zajok	Idegen állomások jelei
Uralkodó zaj nagysága	1—300 $\mu V/m$	1—2 $\mu V/m$	1—300 $\mu V/m$	10—10 000 $\mu V/m$

Az egyes zajok közül az uralkodót és annak nagyságát az alábbi II. táblázat mutatja. E táblázatból világosan látjuk, hogy az összeköttetések szempontjából a délelőtti órák a legkedvezőbbek, az éjszakai időszak a legkedvezőtlenebb, a reggeli

mely kisteljesítményű rövidhullámú rádióállomás megítélésében.

Ennek eldöntése végett vizsgáljuk meg, hogy melyek azok az összeköttetést befolyásoló tényezők, amelyeket a rádióállomás felhasználója, alkal-

III. táblázat

Frekvencia, Talaj $E_{zaj} \mu V/m$	1,5 MHz						3 MHz						4,5 MHz					
	Jó		Közepes		Rossz		Jó		Közepes		Rossz		Jó		Közepes		Rossz	
	A_1	A_3	A_1	A_3	A_1	A_3	A_1	A_3	A_1	A_3	A_1	A_3	A_1	A_3	A_1	A_3	A_1	A_3
1	1300	780	630	375	90	55	700	410	290	170	52	30	420	245	180	104	36	21
3	780	410	375	220	55	31,5	410	240	170	105	30	17,5	245	145	104	63	21	12
10	400	190	210	120	30	18	230	135	97	58	16,5	9,5	140	80	60	36	11,5	6,8
30	190	89	120	68	18	10,5	135	72	58	35	9,5	5,7	80	47	36	22	6,8	4
100	85	30	62	26	10	5,8	65	26,5	33	17	5,5	3,0	43	21	20,5	11,5	3,8	2,2
300	30	11	26	10	5,8	3,4	26,5	10	17,0	7,5	3,0	1,8	2,1	9,4	11,5	5,4	2,2	1,3
1000	9,5	3,3	8,8	3,2	3,2	1,8	9	3,3	6,5	2,6	1,75	<1	8,4	3,2	5	2,2	1,2	<1
3000	3,3	1,1	3,2	1,1	1,8	<1	3,3	<1,1	2,6	<1,0	<1	<1	3,2	1,1	2,2	×1	<1	<1

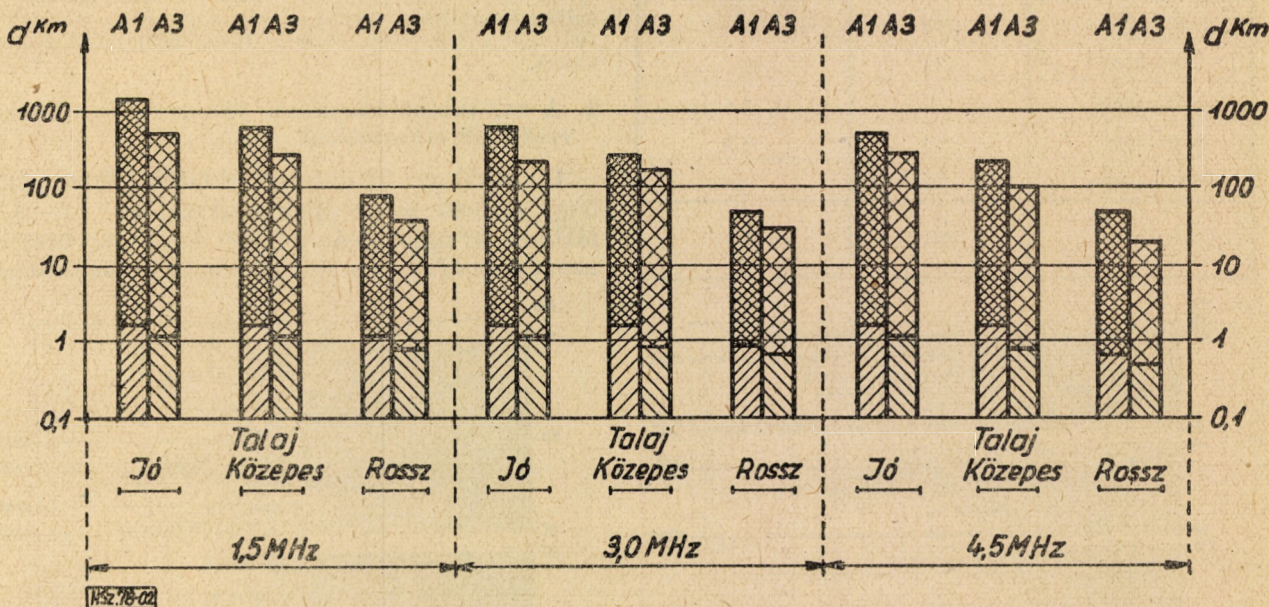
mazója kézben tart, vagy amelyeken változtatni képes. Ezek a tényezők:

a) az antenna, ez lényegében a rádióállomással adva van, hasonlóképpen

b) az antennaköri teljesítmény, lényegében adott az adóval;

jesítménye rendkívül nagy mértékben megnőtt. Ennek megfelelően a hullámsávban a zajszint igen magas értékű és a zavaró jelek sűrűsége nagy.

A rövidhullámú sáv zsúfoltságának számszerű megállapítására az e kérdéssel foglalkozó kollek-



2. ábra. Hatótávolságok a zavarjel térorsságának függvényében

c) a talajviszonyok a harcászati feladatok által meghatározott terepszakaszokból egyértelműen adódnak;

d) az üzemmód tekintetében a távbeszélő a kívánatos, mivel az alkalmazás egyre inkább az operatív parancsnoki vezetést követeli közvetlenül rádió útján az alacsonyabb egységeknél;

e) a zajszint a működési frekvencia kivételével független és a készülék használója által nem befolyásolható, hanem a napszak, az évszak, a naptevékenység és a földrajzi hely, valamint az alkalmazott frekvencia függvénye.

E tényezők mérlegelése azt mutatja, hogy a hatótávolságot az említett körülmények között alapján a zajszint határozza meg. Mivel a zajszint a délelőtti órákban közel állandó, nagyrészt légköri eredetű — a zavaró állomások ui. térhullámmal nem jelentkezik — tehát ebben az időszakban lehet és indokolt a hatótávolságot, vagyis az ún. nappali hatótávolságot a rádióállomás jellemzőjének tekinteni. Másként áll a dolog az átmeneti és az éjszakai időszakban. Ilyenkor a zavaróállomások jeleinek nagyságán kívül azok eloszlása és sűrűsége alapvetően változtatja meg az eddig alkotott fogalmainkat a hatótávolságról, mint jellemző adatról. A hatótávolság itt valószínűségjellegű mennyiséggé válik.

3. A zajszint tulajdonságainak vizsgálata

A rövidhullámú rádiózás fejlődésével, különösen a II. világháború után az állomások száma és tel-

tíva kiterjedt mérésorozatot hajtott végre. A mérésekben kétféle módszert alkalmaztunk.

Az első módszerrel 100 kHz-ként ± 30 kHz-es sávban megállapítottuk a zavaróállomások közepes térejét, de nem vizsgáltuk a zavaró állomások számát. A másikkal a zavaró téreők nagyságát és a zavaróállomások számát mértük ki a frekvencia függvényében. Mindkét módszerrel a méréseket a nap teljes 24 órájára terjesztettük ki és több ízben megismételtük, hogy ilyenformán megfelelő átlagos értékekhez jussunk.

A mérésorozat végrehajtása 1956-ban nyáron történt, vagyis egy esztendővel a napfolttevékenység maximuma előtt. A tapasztalatok szerint az 1,5–5 MHz-ig terjedő sáv zsúfoltsága az esti és az éjszakai órákban rendkívül nagy. Ekkor a minimális zavarsszint középtértékben $10 \mu\text{V/m}$, a közepes zavarsszint $75 \mu\text{V/m}$, a maximális zavarsszint pedig az $5000-10\,000 \mu\text{V/m}$ -t is eléri.

A sáv zsúfoltságát jellemzik azok a mérések, amelyeket a közép-európai idő szerint 23 és 01 óra között végeztünk. A zavaró jelek erősségére és számszerű megoszlására a IV. táblázatban feltüntetett adatokat kaptuk.

Az első mérési módszer segítségével kapott eredményeket a 3. és 4. ábra mutatja.

A diagrammok függőleges tengelyére szakaszonként lineáris léptékben a közép-európai időt vittük fel, a vastagabban kihúzott szakaszok egyben frekvenciát is jelentenek lineáris léptékben oly módon, hogy a szakaszok kezdete 1,5 MHz-nek, a szakaszok végpontja pedig 5 MHz-nek felel meg. A vízszintes tengelyen logaritmusos léptékben a zavaró térorsság szerepel.

A másik módszerrel kapott eredmények közül jellemző adatokat az 5., 6., 7., 8. és 9. ábra tüntet fel.

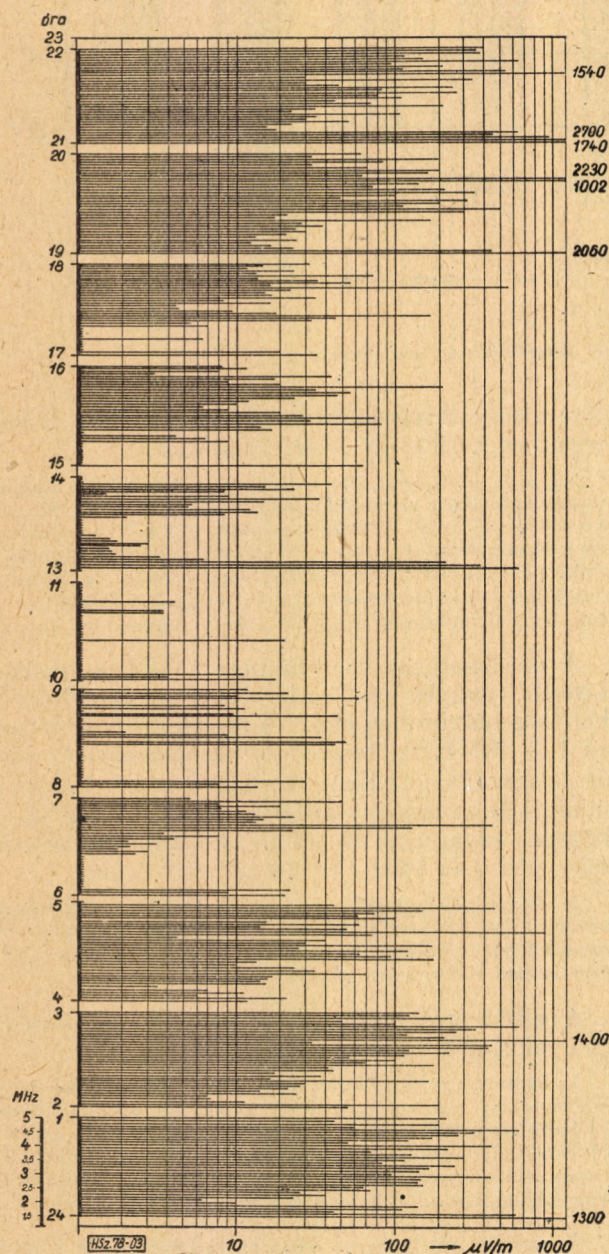
IV. táblázat

Zavarójelek erőssége $\mu V/m$	Zavarójelek száma	Zavarójelek gyakorisága %
10—30	176	50
30—100	119	34
100—300	43	12
300—1000	6	1,8
1000—3000	4	1,3
3000—10000	3	0,9
Összesen	351	100,0

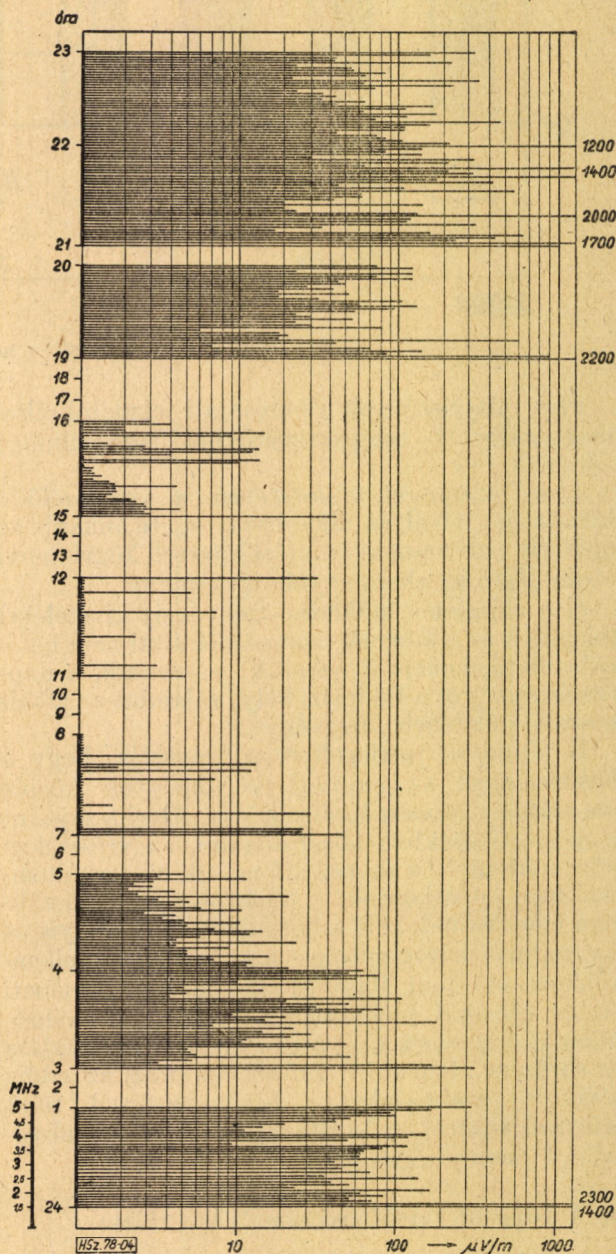
A függőleges tengelyen lineáris léptében 1,5—3,75 MHz-ig a frekvenciát ábrázoltuk, a vízszintes tengelyre logaritmikus léptékben a zavaró állomások térerejét vittük fel $\mu V/m$ -ben. Egy adott frekvenciához tartozó zavaró jel ordinátája nem a tényleges értékét mutatja, hanem az alsó határértékét. Tehát pl. ha valamely zavarójel az ábrán 100 $\mu V/m$, akkor az annyit jelent, hogy 100 és 300 $\mu V/m$ közé esik. A mérési módszer egyszerűsítése céljából ui. azt vizsgáltuk meg, hogy hány és milyen frekvenciájú zavaró jel van a 10—30, a 30—100, a 100—300, a 300—1000, végül az 1000—3000 $\mu V/m$ határok között.

4. A zaj tulajdonságainak elemzése és az ebből eredő következtetések

Az ábrákon feltüntetett adatok bizonyítják, hogy az esti és az éjjeli órákban az 1,5—3,75 MHz-es sáv úgyszólván teljesen foglalt, távbeszélő-üzem számára nincs olyan távbeszélő-csatornának



3. ábra. A zavarójel-maximumok megoszlása az idő és a frekvencia függvényében



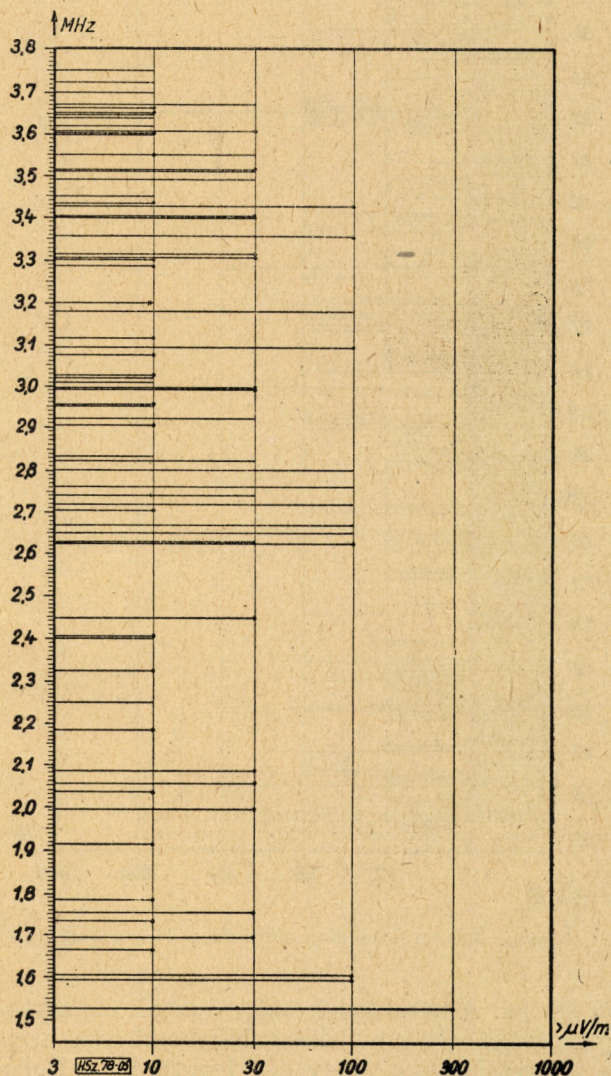
4. ábra. A zavarójel-maximumok megoszlása az idő és a frekvencia függvényében

megfelelő szakasza (8–10 kHz), amely legalább $10 \mu\text{V/m}$ nagyságú zavaró jellel ne volna befedve. Más szavakkal ezt az jelenti, hogy a $\kappa = 3/1$ jel/zaj viszonyt megkövetelő távbeszélő-üzem-módban az adónak a vétel helyén minimálisan $30 \mu\text{V/m}$ térerősséget kell fenntartania. Ez az éjszakai távbeszélő-összeköttetés létesítésének természetesen csak szükséges és nem elégséges feltétele, hiszen a zajszint minimális értéke $10 \mu\text{V/m}$.

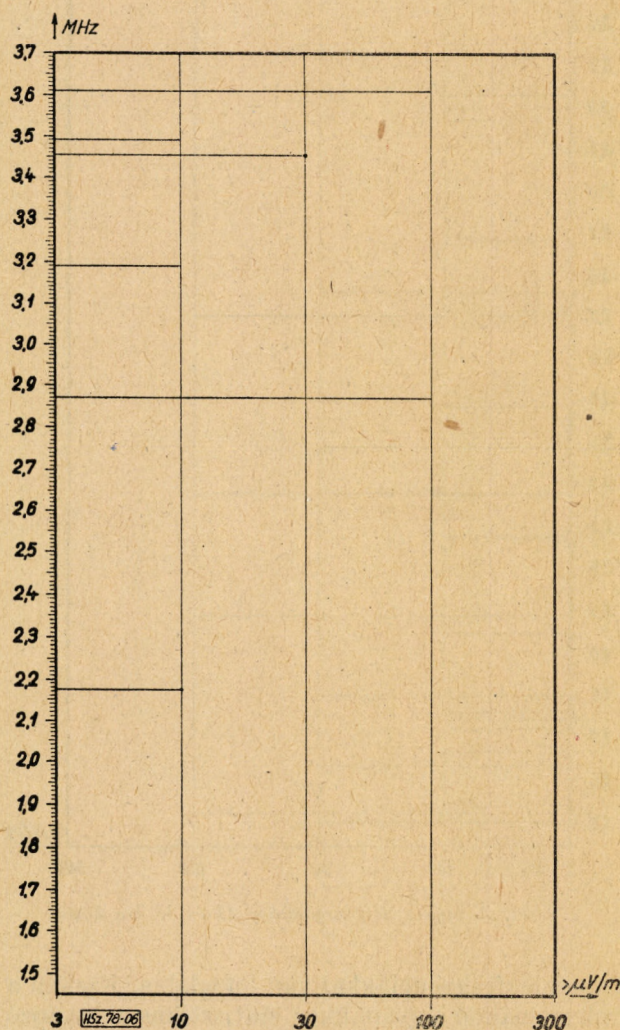
A zavaró jelek tanulmányozása megmutatta, hogy azoknak mintegy fele távirójel, másik fele pedig megoszlik a beszédvel vagy hangfrekvenciás táviróval s másképpen modulált jelek között. A kísérletek tapasztalatai szerint a zavarójelek gyakorlatilag a távbeszélő üzemmódú összeköttetéseket jellegüktől függetlenül zavarják, ill. ha a $\kappa = 3/1$ jel/zaj viszony biztosítva van, akkor az összeköttetés érthetősége kielégítő. Más-

Ez egyrészt azért van így, mert nagy az idegen állomások száma, másrészt azonban az ionoszféra visszaverő és csillapító tulajdonságai is statisztikus törvényszerűség szerint változnak. Ebből következik, hogy az éjszakai hatótávolságok is statisztikus számok, és pedig statisztikusak mind az idő, mind a frekvencia függvényében. Másképpen úgy is mondhatjuk, hogy a hatótávolság értéke nem állandó, hanem időben és frekvenciában változik a rádióállomás felhasználójától, alkalmazójától függetlenül, az általa nem befolyásolható módon fellépő zavarójelek következtében.

A rádióállomások katonai alkalmazásának egyik jellemző vonása, hogy a működési frekvencia meghatározott, attól eltérni nem szabad, ha pedig az összeköttetést a megszabott frekvencián nem



5. ábra. A zavarójelek megoszlása 1 és 3 óra között



6. ábra. A zavarójelek megoszlása 7 és 9 óra között

milyenek a körülmények táviró üzemmódú összeköttetés esetén. Itt ui. a vételi sávot 200–300 Hz szélességre lehet leszűkíteni és ekként az esetek számottevő részében ki lehet a zavaró jelek elől térni.

Az idegen állomások által az ionoszféra közvetítésével keltett zavaró jelek statisztikus jellegűek.

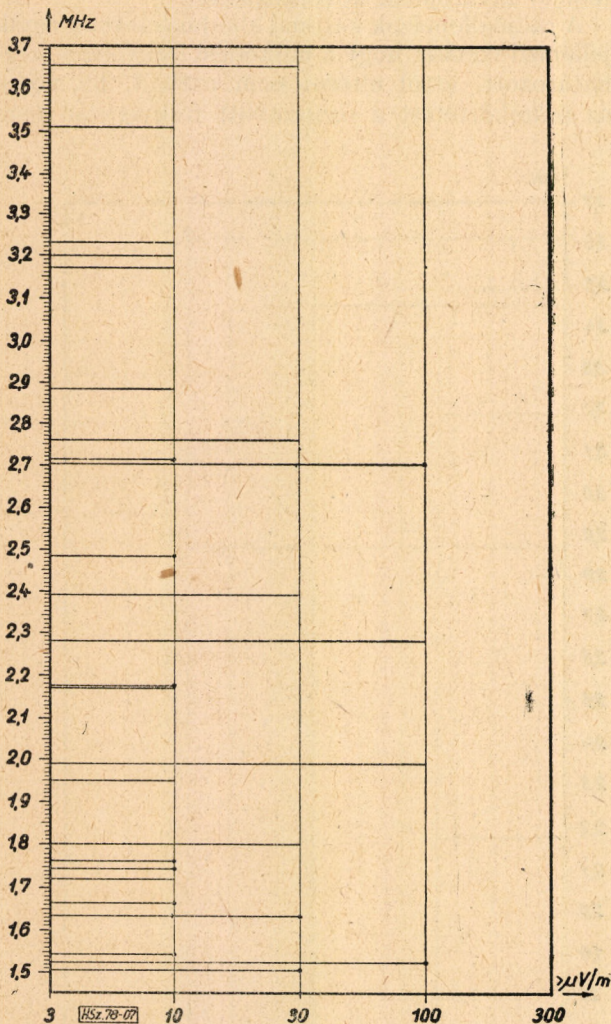
lehet biztosítani, akkor az ugyancsak rögzített tartalék-frekvenciára kell áttérni (ilyen tartalék-frekvencia esetleg több is lehet). A keresés és utánhangolás követelményeinek teljesítésével a kezelés egyszerűbbé tétele céljából a rádióállomások konstrukcióiban egyre inkább az olyan meg-

oldások hódítanak tért, ahol a frekvenciabeállítás nem folytonosan, hanem csak az egyik csatornáról a másikra, lépésenként eszközölhető. Ez egyszerűs mind azt is jelenti, hogy a távbeszélő-üzemben a zavaró jelek elől ún. finom hangolással nem lehet kitérni.

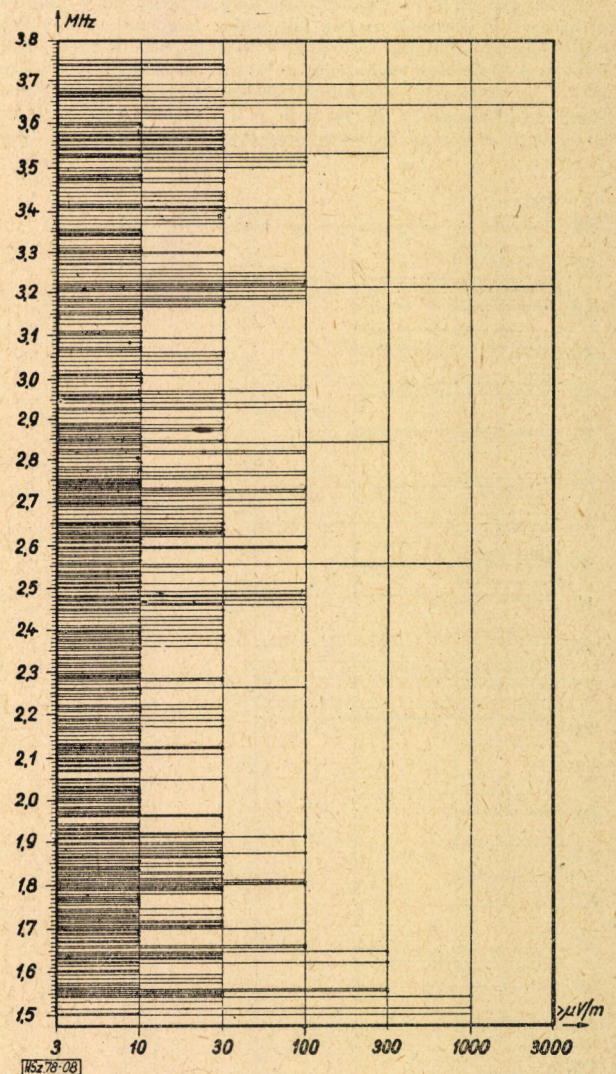
A katonai alkalmazás másik jellemzője, hogy egyidőben sok rádióállomás működik. A rádióállomás konstrukciója által adott frekvenciasáv csatornáinak egy része a működési, másik része

vagyis hány csatornán nem lesz összeköttetés. Ez a szám természetesen az adók keltette hasznos térerősségtől, más szóval az adók és a vevők közötti távolságtól függ.

Az a körülmény, hogy a zavarójelek fellépése statisztikus jellegű, egy csatornára, egy működési frekvenciára vonatkoztatva azt jelenti, hogy különböző időpontokban, különböző nagyságú zavaró-



7. ábra. A zavarójelek megoszlása 17 és 19 óra között



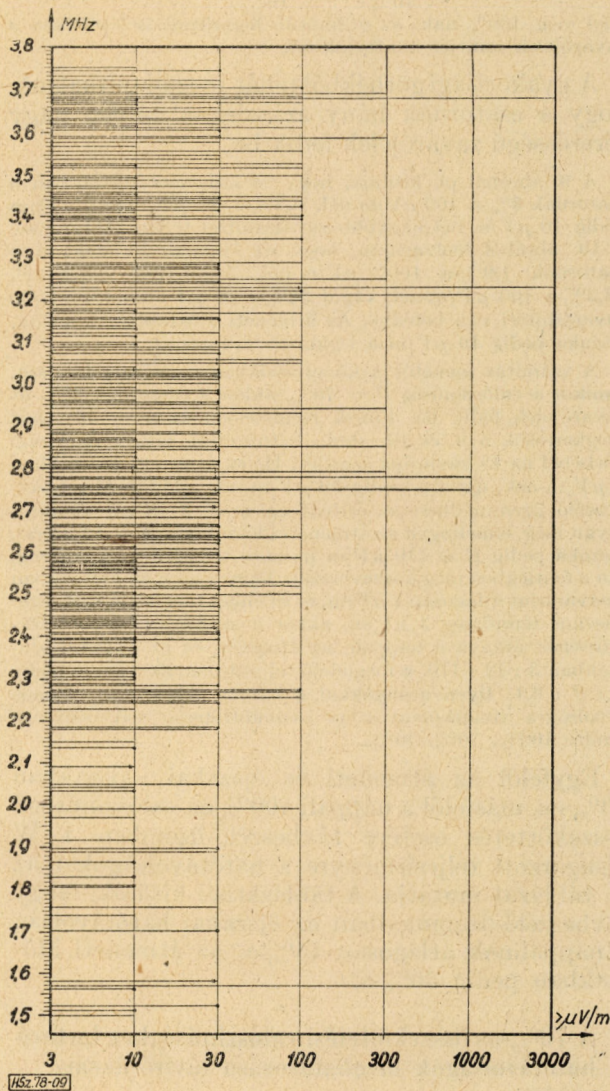
8. ábra. A zavarójelek megoszlása 21 és 23 óra között

a tartalékfrekvenciákkal van lefoglalva. Ezeket a frekvenciákat ugyanakkor statisztikusan változó zavarójelek ütnék. Rádiórendszerünkben azokon a frekvenciákon lesz összeköttetés, amelyeken az adott időszakban a saját adóink által keltett hasznos térerő az üzemmodónak megfelelő jel/zaj viszony értékével a működési frekvenciákon fellépő zavarójelek térerősségét meghaladja. Ilyenformán a zavaró jelek eloszlásának ismeretében a valószínűesszámítás módszereivel meg tudjuk „jósolni”, hogy a rendelkezésre álló összes csatornák közül hány csatornán lesz az érthetőség megfelelő,

jel lép fel. A zavarójelek nagyságának eloszlása, gyakorisága alapján valószínűesszámítással arra is választ kapunk, hogy egy hosszú ideig tartó összeköttetési periódusban, annak hányadrészen lesz a híváltás megfelelő minőségű és hányadrészen nem lesz összeköttetés, adott hasznos térerősséget, vagyis adott vevő és adó közötti távolságot véve figyelembe.

A zavarójelek az idő és a frekvencia függvényében egyaránt statisztikusan változnak. Ígyképpen az egyidőben különböző csatornákon létesített sikeres összeköttetések számának viszonya az

összes csatornák (lehetséges összeköttetések) számához képest egy kiválasztott csatornánál megegyezik a sikeres összeköttetések időtartamának és az összeköttetésre fordított teljes időtartamnak a viszonyával. Másképpen kifejezve, a csatornákra és az időre vonatkozó valószínűségek megegyeznek. Ez a valószínűség-számításban ismeretes Bernoulli-szabály alkalmazása.



9. ábra. A zavarójelek megoszlása 19 és 21 óra között

Ezt a szabályt közelebbről egy hasonlattal világíthatjuk meg. Ha 1 db kockával sok dobást végzünk és a kocka nincs „preparálva”, akkor az összes dobások 1/6-ában kerül a 6-os szimbólum felülre. Amikor sok egyforma kockát dobunk fel egyszerre, akkor a kockák számának 1/3-ánál lesz 6-os szimbólum felül. Végül, ha olyan „preparált” kockával játszunk, amellyel sok egymás utáni dobás közül pl.

az 1-es szimbólum gyakorisága	0,1
a 2-esé	0,2
a 3-asé	0,05
a 4-esé	0,08
az 5-ösé	0,4
a 6-osé	0,17

akkor ezzel a kockával azonosan „preparált” sok kockát feldobva, az egyes szimbólumok gyakorisága a fenti számsorral egyezik meg. A Bernoulli-szabályt akkor alkalmazhatjuk, ha egyrészt a dobások egymástól függetlenek, másrészt egy kockával sok ízben vagy egy ízben sok kockával dobunk. A zavarójelek fellépését egyfelől a frekvencia, másfelől az idő függvényében függetlennek tekinthetjük, hiszen nincs olyan menetrend, amely minden egyes adóállomás számára előírna a működési frekvenciát, a sugárzás időpontját és időtartamát. Igaz viszont, hogy az 1,5–5 MHz-ig terjedő hullámsávban a különböző frekvenciákon nem egyforma erősségűek a zavarójelek és nem egyforma számban lépnek fel. Ezt a körülményt a továbbiakban figyelembe is fogjuk venni. A zavarójelek száma elég nagy ahhoz, hogy a valószínűség-számítás módszereit alkalmazni lehessen.

Összefoglalva: a zavarójelek éjszaka és az átmeneti időszakban statisztikusan változnak mind az idő, mind a frekvencia függvényében. Adott hasznos télerősségre és adott frekvencián tehát az összeköttetés valószínűsége adott. Ha az antenna kisugárzott teljesítményét és a talajviszonyokat ismerjük, akkor az adott hasznos télerősség az adó és a vevő közötti távolságot meghatározza. A hatótávolság tehát az említett napszakokban az összeköttetési valószínűség függvénye. A hozzárendelt összeköttetési valószínűséggel együtt a hatótávolságot a rádióállomás jellemzőjének is tekinthetjük, mert egyaránt figyelembe veszi a készülék, nemkülönben a környezetből származó zavarójelek tulajdonságait. Ki kell azonban emelni, hogy az állomások számának és teljesítményének további növekedésével az azonos összeköttetési valószínűséghez tartozó hatótávolság csökkenni fog.

Az alkalmazás szempontjából még egy kérdés tisztázandó: az összeköttetés milyen nagy valószínűségét kell megkövetelni. Magától értetődik, hogy az a legkívánatosabb, ha 100%-os, más szóval a zavarójelektől független összeköttetésünk volna. Ez azonban ebben a hullámsávban lehetetlen.

A 9. ábrán látható, hogy 3000 $\mu V/m$ zavarójel is előfordul. Ennek leküzdéséhez távbeszélő üzemben 9000 $\mu V/m$ hasznos jel lenne szükséges. Ez rendkívül nagy méreteket, fogyasztást okozna, vagy pedig csak igen kis hatótávolság jöhetne számításba. Jó talajon 1 kW kisugárzott antenna-teljesítménnyel a hasznos télerő 2 MHz-en 10 km-re 9000 $\mu V/m$ függőleges antennával. Rossz talajon ugyanakkor már 4 km távolságban a télerősség 9000 $\mu V/m$ -re csökken. Az antenna és az illesztő elemek együttes hatásfokát $\eta = 40\%$ -ra becsülve, az adó vívőhullámú teljesítményére 2,5 kW-ra adódik.

Ha megelégszünk azzal, hogy kétszeri adással, vagyis egyszeri ismétléssel legyen az összeköttetésben a 100%-os érthetőség biztosítva, akkor ez egy-egy összeköttetés 70%-os érthetőségét követeli meg.

A szabálytalanul lejátszódó jelenségek ui. a csőzajhoz hasonlóan négyzetesen összegeződnek

$$\sqrt{0,7^2 + 0,7^2} = \sqrt{2 \times 0,49} = \sqrt{0,98} \approx 1).$$

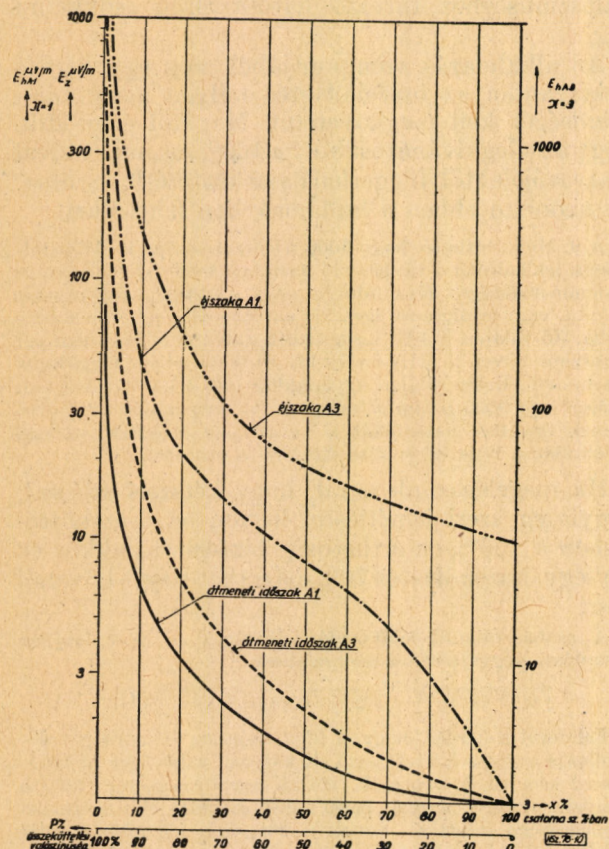
Felmerül a kérdés, hogyan függ össze az érthetőség valószínűsége az összeköttetésével. E két valószínűséget jó közelítéssel azonosnak vehetjük. Ha ti. egy üzenet, hír 30%-a hiányzik, akkor — a nyelv belső törvényszerűségéből származó terjedőssége miatt — ennek a 30%-nak legalább a felét ki lehet találni, az ismétlés során pedig nem valószínű, hogy a zavarójelek az üzenetnek ugyanazt a részét takarják le. Ilyenformán nagy valószínűséggel állíthatjuk, hogy az érthetőség és az összeköttetés valószínűsége közel azonos.

Nyomatékosan rá kell azonban arra mutatnunk, hogy ezek a megállapítások ugyancsak statisztikusak, tehát nagyszámú üzenetváltásra vonatkoznak. Ha egy összeköttetésen belül ui. sok hírt kétszer adunk le, akkor a hírek túlnyomó többsége 100%-osan érthető lesz, de lesznek kis számban olyan hírek, amelyek tartalmát nem lehet 100%-ig érteni. E kérdés azonban nem túlságosan döntő, mivel van lehetőség további ismételésre, ezenkívül a további számítások a zavarelosztás gyakorisági görbéje alapján azt mutatják, hogy a hatótávolság értékei nem függenek kritikusán az adott összeköttetési valószínűsügtől, végül pedig át lehet a tartalékfrekvenciára térni. Az elvégzett kísérletek is az összeköttetés és az érthetőség valószínűsége között jó azonosságot mutattak.

5. A 70%-os összeköttetési valószínűséghez tartozó hatótávolságok meghatározása távbeszélő-üzemmódra

Az alábbi feltételekből indulunk ki:

- a) A számításokat az 1,5–3,75 MHz-en felvett zavarójel-spektrumokból kapott értékek alapján végezzük, de ezeket 5 MHz-ig extrapoláljuk;
- b) a számításokat az átmeneti és az éjszakai zavarelosztási görbékre külön-külön végezzük el;
- c) 10 kHz csatornaszélességgel dolgozunk;
- d) egy csatornán belül (10 kHz) a maximális zavarójelet, illetve több közeli zavarójel eredőjét vesszük figyelembe;
- e) a két óránként felvett zavarspektrumok időbeli középértékeit vesszük átlagspektrumnak a frekvencia függvényében, végül



10. ábra. A zavarójelek gyakorisági görbéje táviró és távbeszélő üzemmódra az éjszakai és az átmeneti időszakban.

f) nem teszünk különbséget a zavarójelek üzemmódja tekintetében.

Feladatunk végrehajtása céljából az éjszakai és az átmeneti időszakokra megszerkesztjük a zavarójelek spektrumából a zavar gyakorisági görbéket. (10. ábra.)

Az abszcisszára a csatornaszámokat százalékban vesszük fel, más szóval $\frac{3750-1500}{10} = \frac{2250}{10}$ kHz = 225 csatorna felel meg 100%-nak, az ordinátán logaritmusos léptékben a zavarójelek szintjét tüntetjük fel.

A gyakorisági görbékéből tehát megállapíthatjuk, hogy a csatornák hány százalékát milyen nagy térerősségű zavarójelek fedik be.

A 9. ábrából pl. kitűnik, hogy az átmeneti időszakban a csatornák 3%-a 100 μV/m-nél, 6,5%-a 30 μV/m-nél, 15%-a pedig 10 μV/m-nél nagyobb zavarsszinttel fedett. Hasonlóan a 10. ábrából leolvasható, hogy az éjszakai időszakban a csatornák 1,9%-a 1000 μV/m-nél, 5%-a 300 μV/m-nél, 13,5%-a 100 μV/m-nél, végül 32%-a 30 μV/m-nél nagyobb zavarsszinttel van befedve. Az átmeneti időszakban 1 μV/m, éjszaka pedig 10 μV/m a legkisebb zavarsszint.

A számítás menetét a következőkben foglalhatjuk össze. Amikor a valószínűség $P = 70\%$, akkor a csatornák 30%-át zavarójelek fedik be. Ennek megfelelően az $x = 30\%$ -hoz megkeressük a 9. és 10. ábrán feltüntetett zavargyakorisági görbékéből az E - zavarójel szintjét. Ez az átmeneti időszakban 4 μV/m-nek, éjszaka pedig 36 μV/m-nek adódik. Mivel távbeszélő üzemmódban az érthetőség $x = 3$ jel/zaj viszonyt kíván meg, ennél fogva az átmeneti időszakban $E = 12$ μV/m, éjszaka pedig $E \approx 110$ μV/m hasznos térerőre van szükség. Ha a fentiekben még hozzávesszük, hogy a nappali időszakban a zavarsszint átlagosan 1 μV/m, és az ehhez megfelelő szükséges hasznos térerősség 3 μV/m, akkor a szükséges hasznos térerősségek aránya a nappali, az átmeneti és az éjszakai időszakban 3 : 12 : 110, a megfelelő teljesítmények aránya pedig 1 : 2 : 6,1. Ilyen arányokkal a három időszakban, azonos távolságra vonatkoztatva az összeköttetések valószínűsége rendre 100%, 70%, 70%.

Egyfelől az átmeneti és éjszakai időszakban 70%-os, másfelől a nappali 100%-os valószínűségű összeköttetés esetére távbeszélő-üzemben 1 W kisugárzott teljesítményre a hatótávolságokat az V. táblázat mutatja. A táblázatból kitűnik, hogy távbeszélő-üzemmódban az éjszakai hatótávolság a nappalinak átlagosan 15%-a, az átmeneti időszakban pedig 50%-a.

6. A 70%-os összeköttetési valószínűséghez tartozó hatótávolságok meghatározása táviró-üzemmódra

Táviró-üzemmódra a gyakorisági görbéket át kell értékelni, mert a vétel szűk sávban történik. A számításokban feltételezzük, hogy a táviróhoz szükséges vételi sávsszélesség 0,3 kHz, ugyanilyen széles a zavaró távirójelek spektruma, a zavaró távbeszélőjeleket pedig 8 kHz szélességűnek vettük.

A zavarójelek spektrumának adataiból megállapítható, hogy azok 50%-a modulált, 50%-a pedig távirójel; a zavaró táviróadók mintegy 10%-át egy csatornán (10 kHz-en) belül találjuk. A gyakorisági görbét oly módon értékeljük át, hogy az effektív zavarójel sávsszélességekkel számolunk.

V. táblázat

Napszak	Nappal (07—13 ^h)			Átmeneti (01—07, 13—19 ^h)			Éjszaka (19—01 ^h)		
Valószínűség %	100			70			70		
Talaj	Jó	Közepes	Rossz	Jó	Közepes	Rossz	Jó	Közepes	Rossz
1,5 MHz	770	370	55	360	200	28	80	62	9,5
3,0 MHz	400	170	30	215	92	15	62	32	5,2
4,5 MHz	245	105	21	130	55	10,5	42	20	3,6

VI. táblázat

Napszak	Nappal (07—13)			Átmeneti (01—07, 13—19)			Éjszaka (19—01)		
Valószínűség %	100			70			70		
Talaj	Jó	Közepes	Rossz	Jó	Közepes	Rossz	Jó	Közepes	Rossz
1,5 MHz	1300	630	90	770	370	55	310	180	27
3,0 MHz	700	290	52	400	170	30	196	85	14,6
4,5 MHz	420	180	36	245	105	21	120	53	10

Pl. az éjszakai időszakban a csatornák 68%-át fedik 10 és 30 $\mu\text{V/m}$ közötti zavarójelek. Ezeknek kerekén 34%-a 8 kHz szélességű zavaró távbeszélő jel, vagyis ezek a csatornaszélesség 0,8-szorosát teszik ki. A táviró zavaró adók száma 34%, 1,1, ezek sáv szélessége 10 kHz helyett 0,3 kHz, tehát a csatornaszélesség 0,03-szorosa. Ilyen módon a 10—30 $\mu\text{V/m}$ nagyságú, 68%-nyi csatornát elfoglaló zavarójel effektíve $34 \cdot 0,8 + 34 \cdot 1,1 \cdot 0,03 \approx 28,32\%$ -nyi csatornát fed be, a csatornák fennmaradó 68 — 28,32 = 39,68%-át 1—10 $\mu\text{V/m}$ zavarójel fedi. Hasonló módszerrel állapítjuk meg a 30—100, a 100—300 $\mu\text{V/m}$ stb. nagyságú zavarójelek által effektív elfoglalt csatorna-százalékokat.

Az átértékelt zavargyakorisági görbéket a 10. ábra mutatja az éjszakai és az átmeneti időszakig. Ebből a 70%-os összeköttetési (11. ábra) valószínűséghez tartozó térerősségeket oly módon kapjuk, hogy a 30%-os csatornaértékhez tartozó ordinátát a gyakorisági görbével metszésbe hozzuk. Mivel táviróüzemben a szükséges minimális jel/zaj viszony $\alpha = 1$, ezért a metszéspontok közvetlenül a szükséges térerősség értékeket adják: éjszaka kb. 13 $\mu\text{V/m}$ -t, az átmeneti időszakban pedig kerekén 3 $\mu\text{V/m}$ -t. A nappali időszakban a szükséges térerősség 1 $\mu\text{V/m}$, mert az átlagos zavar szint ekkora. Azonos hatótávolság elérése céljából az adóteljesítményt a nappali időszakhoz képest az átmeneti időszakban 1,7-szeresre, éjszaka pedig 3,6-szorosra kellene emelni.

A VI. táblázat a hatótávolságokat tünteti fel km-ben 1 W kisugárzott teljesítmény figyelembe vételével táviróüzemre 70%-os éjszakai és átmeneti időszaki, valamint 100%-os nappali valószínűségi összeköttetésekre. A táblázatból látjuk, hogy rossz talajon táviró-üzemmódban az éjszakai

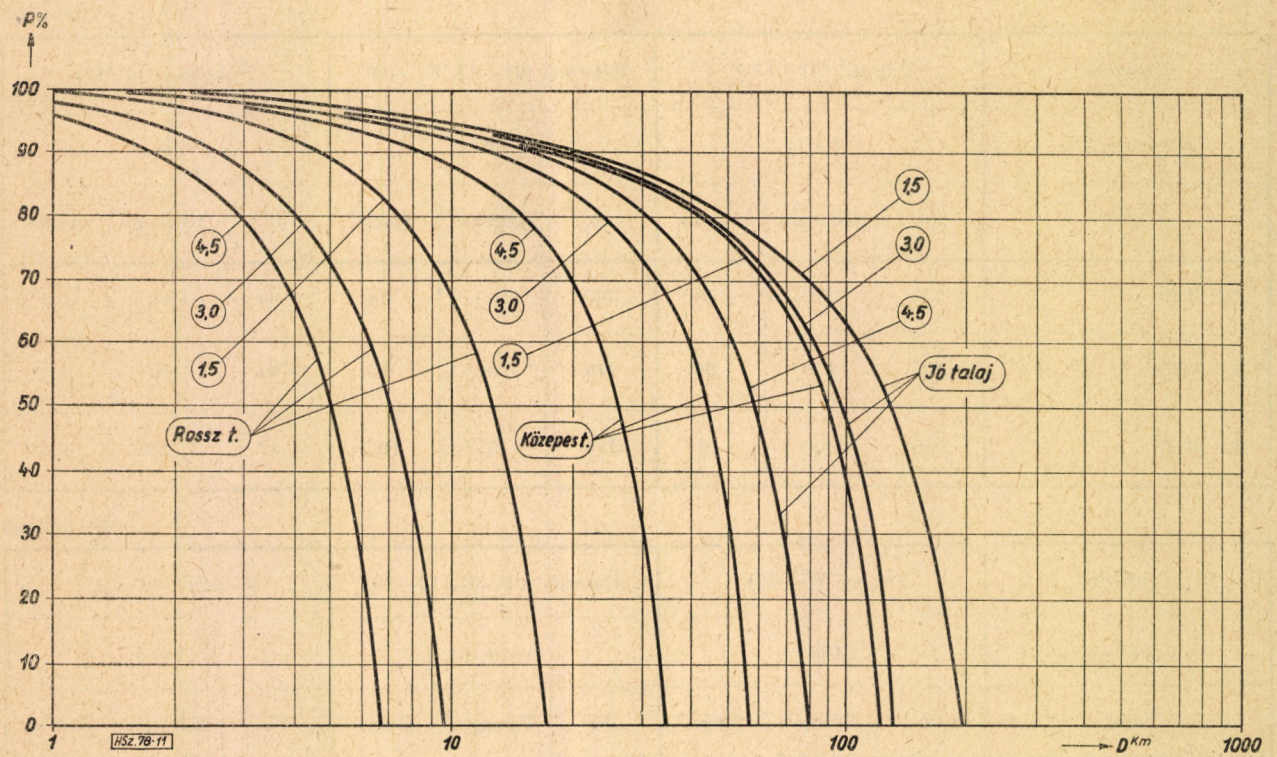
hatótávolság a nappalinak átlagosan 30%-a, az átmeneti időszakban pedig átlagosan 50%-a.

7. A különböző távolságokhoz tartozó összeköttetési valószínűségek meghatározása távbeszélő- és táviró-üzemre az átmeneti és az éjszakai időszakban

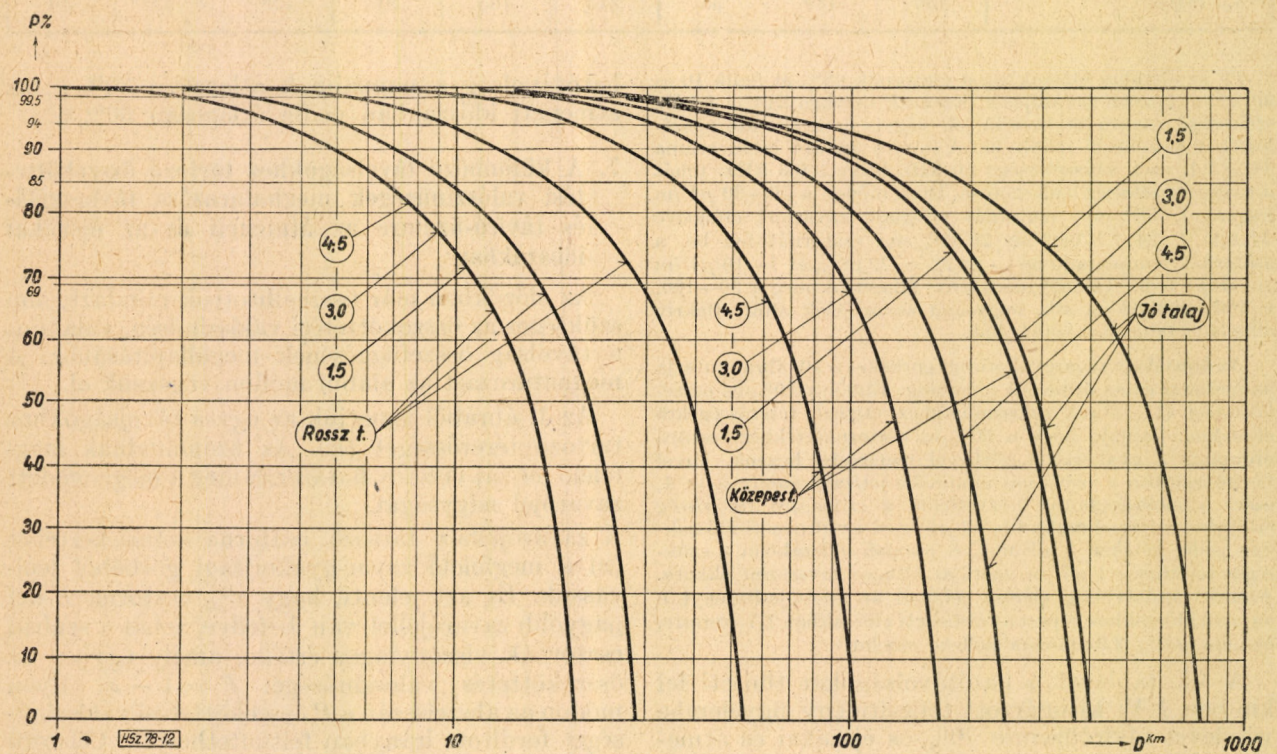
Az előzőekben már összeállítottuk mindazt, ami szükséges az összeköttetési valószínűség, valamint a távolság összefüggésének megállapításához. A meghatározást az alábbi módon végezzük el.

Az 1. ábrából ismerjük az egyes távolságokhoz tartozó térerősséget (E). Az üzemmódnak megfelelő jel/zaj viszony határozza meg a megengedett zavarójel nagyságát.

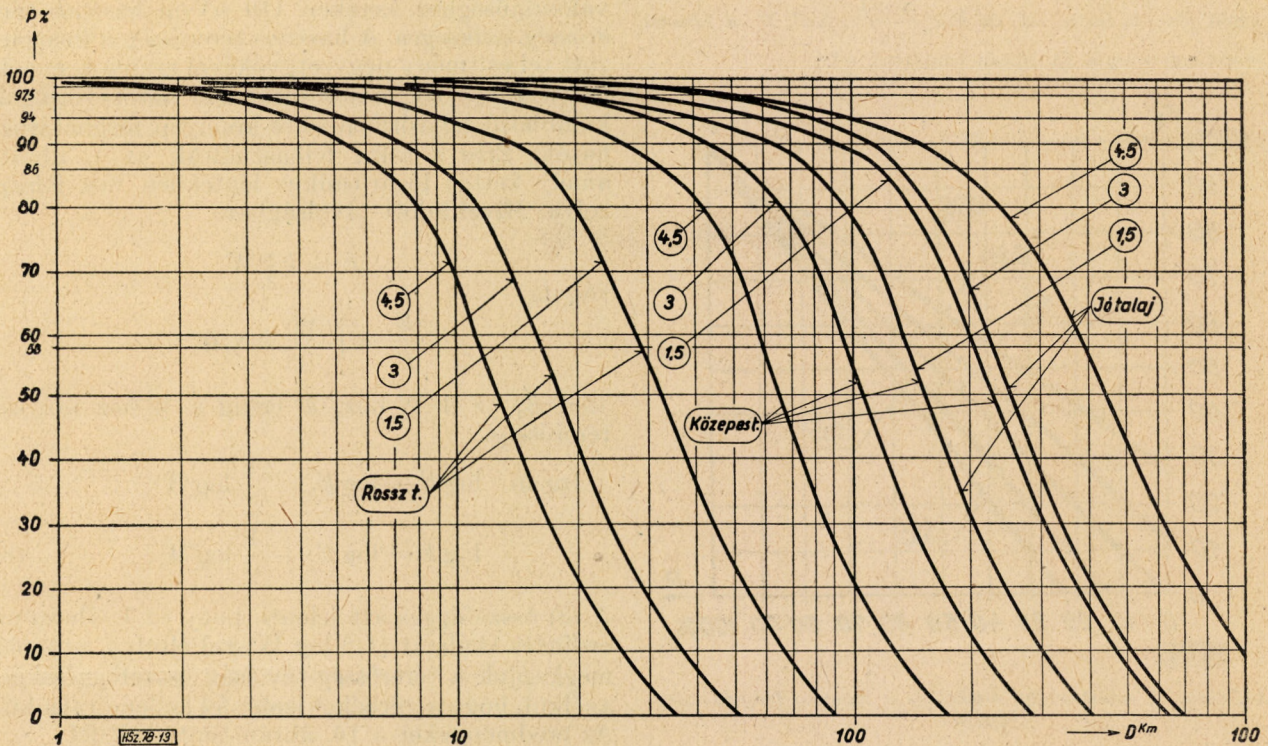
A zavarójelhez tartozó csatorna százaléktényezője (x) a megfelelő zavar-gyakorisági görbéből leolvassuk. Ez azt jelenti, hogy $x\%$ csatorna E -nél nagyobb zavarójellel van befedve, tehát a szabad csatornák viszonylagos értéke, amely egyben az összeköttetési valószínűsége: $P = 1 - x$. Ilyen módon az abszcisszán a P összeköttetési valószínűséget fordított irányban feltüntethetjük. Célszerű az E_{zaj} zavaró jel téreje helyett a $\alpha E_{zaj} = E$ hasznos térerőt feltüntetni. Ennek értékét az ábra az $\alpha = 0$ ordinátán A_1 -re, az $\alpha = 100\%$ ordinátán



11. ábra. Az összeköttetési valószínűség változása a távolság függvényében távbeszélő üzemmódban az éjszakai időszakban 1 W kisugárzott teljesítmény esetén



12. Ábra. összeköttetési valószínűség változása a távolság függvényében távbeszélő üzemmódban az átmeneti időszakban 1 W kisugárzott teljesítmény esetén



13. ábra. Az összeköttetési valószínűség változása a távolság függvényében táviró üzemmódban az éjszakai időszakban 1 W kisugárzott teljesítmény esetén

A_3 -ra tüntettük fel. Ezáltal a $P = f(E)$ összefüggést közvetlenül megkaptuk.

Az összeköttetési valószínűség és a távolság összefüggéseit a 11., 12. és 13. ábrákon tüntettük fel.

8. A zavaró jelek egyenlőtlen elosztásából származó helyesbítés az összeköttetési valószínűségeknel

Az eddigiekben feltételeztük, hogy a zavaró jelek az adott frekvenciasávban egyenletesen oszlanak meg. Ez csak első megközelítésben igaz. A zavar spektrumokból meg lehet állapítani, hogy az adott frekvenciasávon belül a zavareloszlás nem egyenletes.

Ilyen szempontból részletesen tanulmányoztuk az 1,5–3,5 MHz hullámsávot és megvizsgáltuk, hogy változik a zavaró jelek sűrűsége az 1,5–2, a 2–2,5, a 2,5–3 és a 3–3,5 MHz tartományokban.

A helyesbítés meghatározása céljából be kell vezetnünk a zavarási tényező fogalmát. Ennek kifejezése:

$$\alpha = \frac{\left(\frac{\Delta M}{\Delta n} \right)}{\left(\frac{M}{n} \right)} \quad (6)$$

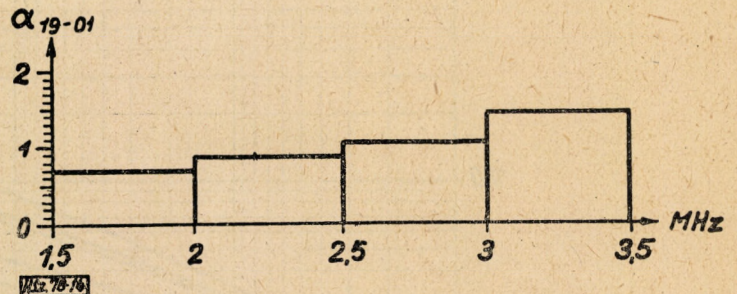
ahol α a zavarási tényező, M a teljes vizsgált sávban az összes zavaró jelek száma, n az összes csatornák száma, ΔM a teljes vizsgált sáv kiválasztott résztartományában a zavaró jelek száma, végül Δn a résztartomány csatornáinak száma. α értékét a zavar spektrumokból időbeli közepeléssel állapítjuk meg. Az éjszakai időszakra a frekvencia függvényében α értékét a 14. ábra mutatja. Az α tényező segítségével az átlagos — egész sávra — vonatkozó P összeköttetési valószínűségi értékből az alábbi módon kapjuk a vizsgált tartományra vonatkozó P' összeköttetési valószínűségi értéket. A vizsgált

tartományban a szabad csatornák száma az átlagos valószínűség alapján számítva:

$$\Delta n_{sz} = P \cdot \Delta n$$

a zavaró jelekkel fedett csatornák száma pedig:

$$\Delta n_z = (1 - P) \cdot \Delta n.$$



14. ábra. A zavarási tényező változása a frekvencia függvényében

Mivel a vizsgált tartományban az átlagos zavarsűrűséghez képest α -szor több zavaró jel van, ezért a zavarokkal fedett csatornák száma:

$$\Delta n'_z = \alpha (1 - P) \cdot \Delta n$$

A vizsgált tartományban a szabad csatornák száma tehát:

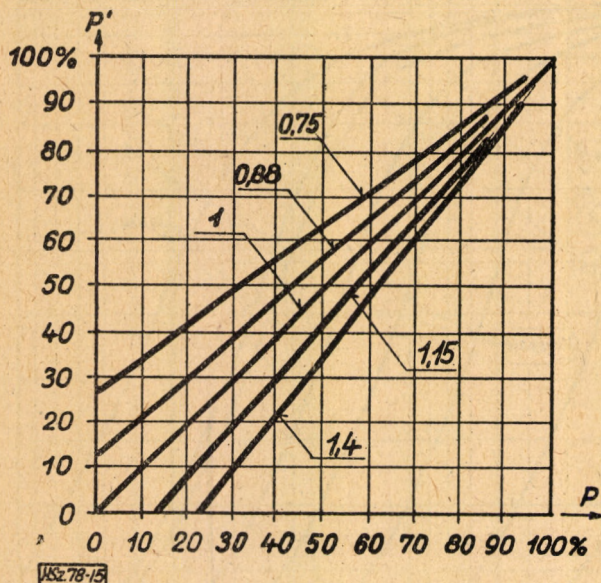
$$\Delta n'_{sz} = \Delta n - \alpha (1 - P) \cdot \Delta n$$

A szabad csatornák gyakorisága, vagyis valószínűsége:

$$P' = \frac{\Delta n - \alpha (1 - P) \cdot \Delta n}{\Delta n} = 1 - \alpha (1 - P) \quad (7)$$

Ki lehet mutatni, hogy a (7) összefüggés mindig érvényes, ha $\alpha \leq 1$, továbbá érvényes akkor is, ha $\alpha > 1$, de $P \geq \frac{\alpha - 1}{\alpha}$.

végül $P' = 0$, ha $\alpha > 1$, de $P < \frac{\alpha-1}{\alpha}$. A P , P' , α közötti összefüggéseket a 15. ábrán tüntettük fel.



15. ábra. A valószínűségi értékek és a zavarási tényező összefüggése

9. A 70%-os összeköttetési valószínűséghez tartozó hatótávolság változása a kisugárzott teljesítmény függvényében távbeszélő-üzemben, éjszaka

A rendelkezésre álló zavarójel gyakorisági görbéről megállapítható, hogy 70%-os összeköttetési

valószínűséghez kerekén $110 \mu\text{V/m}$ hasznos térerősség szükséges. A hasznos térerősség a kisugárzott teljesítmény négyzetgyökével arányos, ennélfogva a $110 \mu\text{V/m}$ -nek megfelelő hatótávolságok különböző teljesítményekre könnyen meghatározhatók. Erre a célra felhasználtuk az 1. ábrát, amely kettős logaritmikus léptékben van felrajzolva. Mivel adott távolságban

$$E = k \sqrt{W},$$

vagyis

$$\frac{E}{E_1} = \sqrt{\frac{W}{1}} = \sqrt{W}$$

ahol E_1 az 1 W-hoz, E pedig a W -hez tartozó térerősség.

$$\text{Innen } \log E - \log E_1 = \frac{1}{2} \log W$$

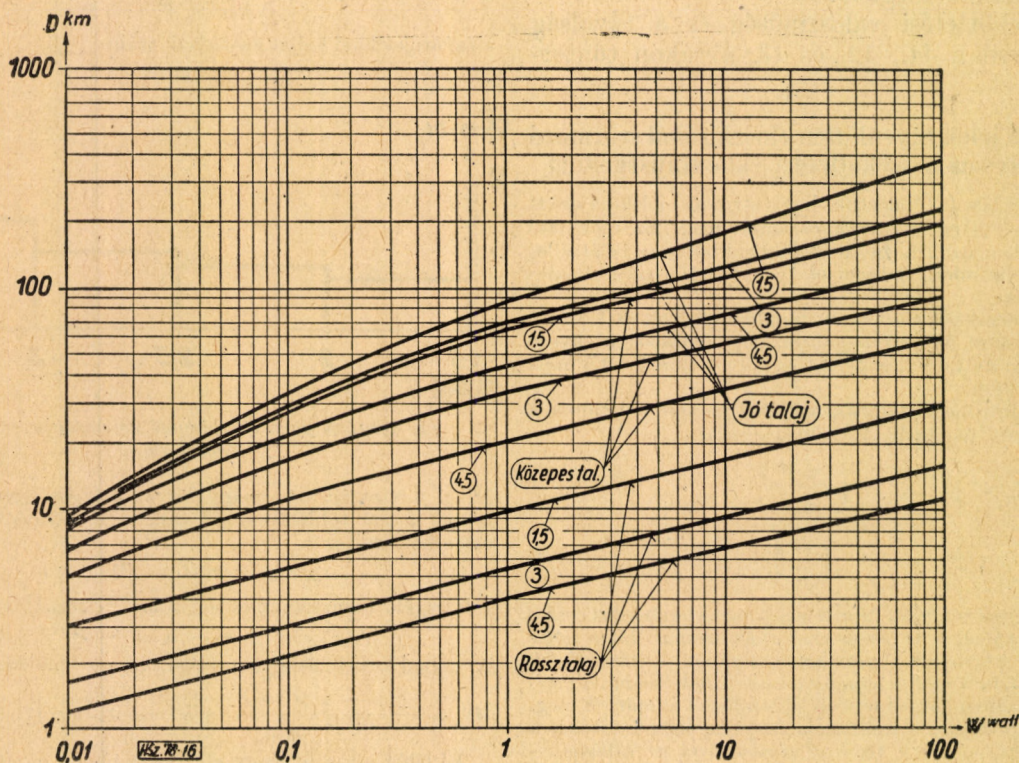
$$\log E = \log E_1 + \frac{1}{2} \log W \quad (8)$$

A (8) összefüggés azt jelenti, hogy az 1. ábrán az ordináta skáláját $(1/2 \log W)$ -vel eltolva, azonnal megkapjuk a térerősség-távolság összefüggéseket, anélkül, hogy a görbéket ismét fel kellene rajzolni. Az eredményeket a 16. ábrán tüntettük fel.

A kettős logaritmikus léptékű diagrammok közel lineárisak, ezért felírhatjuk, hogy a dőlés

$$m = \frac{\log D - \log D_1}{\log W - \log 1} \quad (9)$$

ahol az „1” index az 1 W kisugárzott teljesít



16. ábra. A 70%-os összeköttetési valószínűség változása a kisugárzási teljesítmény függvényében 1,5, 4 és 4,5 MHz frekvencián, éjszaka, valamint jó, közepes és rossz talaj esetén

ményre utal. Az m értéke csak kevésbé változik, rosszabb talajnál kisebb, jobb talajnál növekszik, általában 0,23 és 0,3 közé esik. Ha átlagban $m = 0,25$ értékkel számolunk, akkor

$$D = D_1 \sqrt[4]{W} \quad (10)$$

vagyis a hatótávolság durván a teljesítmény negyedik gyökével arányos. Kétszeres hatótáv növeléshez tehát kereken 16-szoros teljesítménynövelés szükséges.

* * *

Sajnálatos módon a rövid antennák kisugárzott teljesítménye aránylag nagy antennaáramok esetén is viszonylag csekély. Ezt az alábbi példával világíthatjuk meg. Legyen az antenna geometriai magassága 2 m, az antenna áram a talponti pontban 0,5 A. Az ismert módon ($W_s \approx 1600 \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2 I_A^2$ kiszámítva a kisugárzott teljesítmény 1,5 MHz-en 0,04 W, 3 MHz-en 0,16 W és 4,5 MHz-en 0,28 W. A kisugárzott teljesítmény kis értéke a kis sugárzási ellenállásból adódik: $R_s \approx 1600 \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2$.

Látjuk azt is, hogy érdemes az antenna hosszát növelni, mert azonos antennaáramot véve, az antenna hosszának megkétszerezése négyszeres kisugárzott teljesítményt jelent. Az is látható, hogy érdemes irányított antennával dolgozni, mert a zavarokat a kismértékű irányítottság hatása is számottevő mértékben csökkentheti.

10. Összefoglalás és következtetések

Az elmondottak összefoglalásaképpen megállapíthatjuk, hogy

a) a rövidhullámú kisteljesítményű, alacsony antennájú rádióállomások igen kis teljesítményeket sugároznak ki (0,01–1 W);

b) a hatótávolságok megkétszerezéséhez 16–25-szörös teljesítménynövelésre van szükség;

c) az átmeneti időszakban és éjszaka a hatótávolság statisztikus értékévé válik az ionoszféra által visszavert idegen állomások zavarójelei következtében;

d) éjszaka és az átmeneti időszakban a hatótávolságok átlagértéke a nappalihoz képest távíróüzemben 30%-ra, ill. 60%-ra, távbeszélőüzemben 15%-ra, ill. 50%-ra csökken, ugyanakkor az összeköttetési valószínűség 70%-os.

e) a kisugárzott teljesítmény függvényében éjszaka távbeszélőüzemben a VII. táblázatban feltüntetett hatótávolságok várhatók:

Az éjszakai időszakban a magas zavar szint miatt a kisteljesítményű kétoldalsávú, amplitúdómodulált rádióállomások hatótávolsága tehát erőteljesen csökken és nem megbízható. Hadművelleti alkalmazás esetén a zavar szint további növekedésével kell számolni. Ennek ellenére kedvező nappali tulajdonságaik miatt nem lehet a rövidhullámú kis- és közepes-teljesítményű rádióállomások alkalmazásáról lemondani. A híradás megbízhatóságának növelésére indokolt azonban ultrarövidhullámú összeköttetést is fenntartani.

A fejlődés iránya a rövidhullámon olyan modulációs rendszerek felé mutat, amelyek zavarvédelmére jobb és ezért az egyoldalsávú elnyomott vivőjű rendszer előnyösnek látszik. Ezzel a modulációs módszerrel azonos teljesítményeken mintegy 1,5–2-szeres hatótávolság-növekedést lehet elérni a kétoldalsávúhoz képest.

VII. táblázat

Teljesítm.	0,01 W			0,1 W			1 W			10 W			100 W		
Talaj	Jó	Köz.	Rossz	Jó	Köz.	Rossz	Jó	Köz.	Rossz	Jó	Köz.	Rossz	Jó	Köz.	Rossz
1,5 MHz	9	8,4	3	34	26	5,2	80	62	9,5	175	115	16,5	370	195	29
3,0 MHz	8,8	6,5	1,6	29	16	2,9	62	32	5,2	120	55	9,0	220	90	16
4,5 MHz	6,3	4,8	1,2	20	10	2,1	42	20	3,6	75	35	6,2	130	58	11

A terepjáró vontatás főbb talajmechanikai problémái

1. Bevezetés

A gépjárművek terepjáró-képességét az általuk még járható legnehezebb terepviszonyok megnevezésével és a közepes terepen elérhető átlagsebességgel jól jellemezhetnők, ha egyértelműen tudnánk a „legnehezebb”, illetve a „közepes” terepviszonyokat meghatározni. Ez azért nem lehetséges, mert csak a terep dőlésszögére van kielégítő jellemzőnk, a talaj minőségére azonban nincs.

E kifejezésbeli bizonytalanság miatt általában a terepjáróképességről, különösen pedig a korszerű legjobb terepjáró-teljesítményekről nincsenek számszerűen értékelhető adataink. Az egyes gépjárművek műszaki adattábláin nem tudjuk a terepjáró-képességet megfelelően megadni. Ehelyett kénytelenek vagyunk megelégedni azzal, hogy a tábla a gépkocsi adott megterhelésénél (a lehető legjobb terepviszonyokat feltételezve) leküzdhető legnagyobb emelkedő szögét tünteti fel.

Az irodalmi adatok kényszerű hiányából ered, hogy a korszerű terepjáró-követelményekről eléggé eltérő vélemények alakultak ki, továbbá az adott gépjármű terepjáró-teljesítményét a szemlélők egymástól meglehetősen különböző, szubjektív módon értékelik.

Nehezíti a helyzetet az is, hogy térben és időben tág határok között változnak a természetes talaj azon adottságai, melyek a gépjárművel való járhatóságot erősen befolyásolják. Ilyenformán a gépjárművek terepjáróképességét csak viszonylagosan lehet értékelni, legcélszerűbben tehát azonos helyen és időben megtartott összehasonlító próbával.

A terepjárás egyik legnehezebb problémája: tisztázni a futómű és a szeszélyesen változó minőségű talaj közötti dörzskapcsolat jelenségeit. Célszerű összefoglalni az erre vonatkozó ismereteket és legújabb fejlődési irányokat.

2. A talajminőségek osztályozása

A későbbi hivatkozások megkönnyítése végett célszerű az alábbi talajtípusokat megkülönböztetni:

I. Kemény talaj;

II. Felül kis belső súrlódású réteggel borított szilárd teherviselő talaj; (pl. híg sárral fedett kemény agyag);

III. A futómű besüllyedése által okozott tömörítés folytán teherviselővé váló talaj (pl. homok, hó.)

A futómű alatti talajmechanikai jelenségek szempontjából az I–II., illetve a III. talajtípus két végletet jelent. A természetes talaj minősége a terepjáró-gyakorlat túlnyomó többségében ezek

köze esik. A futóművek fejlődése nem más, mint egyre szorosabb alkalmazkodás a talajmechanikai jelenségekhez. Célszerű volna megfelelő kísérlettel megállapítani, hogy a két véglet között melyik átmeneti talajminőséget kell a korszerű futómű-szerkesztés alapjául venni.

A következő megfontolások során sima teherviselő talajt tételezünk fel. Ezáltal a talajjegylenlétlenségek hatása, ez a rendszertelenül fellépő, elméletileg alig kezelhető tényező a talajmechanikai jelenségek tanulmányozását nem zavarhatja.

3. A futómű és a talaj dörzskapcsolata

A futómű csak abban a kivételes esetben haladhat a talajon tiszta gördüléssel, ha sem hajt, sem fékez. A fékezés eseteit most nem tárgyaljuk.

A motorikus vonóerőből a futómű akkor adhéziós vonóerőt tud hasznosítani, amekkorát a talajjal való dörzskapcsolata több-kevesebb csúszás (ún. *normálcúszás*) árán felvenni képes. A futómű az esetek túlnyomó többségében csúszógördüléssel halad. A gördülés melletti csúszás nagysága a talajminőségtől, az adhéziós vonóerő nagyságától és a futómű adottságaitól függ.

Az adhéziós vonóerőt fokozva a normálcúszás növekszik. Egy bizonyos nagyságú átvitt adhéziós erő a dörzskapcsolatban döntő jelentőségű minőségi változást okoz. Ez a normálcúszás felső határa. Ekkor a csúszó gördülésben a gördülés gyakorlatilag megszűnik, a csúszás pedig igen nagy mértékben megnövekszik: a futómű megpörög a talajon és huzamos ideig tartó pörgetés esetén beássa magát.

Ha a talajmechanikai jelenségek bonyolultsága és jórészt tisztázatlan volta miatt a futómű és a talaj dörzskapcsolatát leegyszerűsítve és általánosítva szilárd testek súrlódásaként fogjuk fel, akkor a normálcúszás felső határához tartozó legnagyobb adhéziós vonóerő lement értékéből a fajlagos súrlódást, jelen alkalmazásban a μ adhéziós tényezőt meg lehet határozni:

$$V_{adh} = \mu \cdot Q_1 \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

ahol: Q_1 a hajtott futóműelemeket terhelő súly; α pedig a pálya emelkedő szöge.

Az adhéziós tényező a talaj minőségétől függ, a futómű adottságaival befolyásolható. A szóban forgó terepnek az adott gépjárművel való járhatósága szempontjából ez a tényező igen nagy jelentőségű.

Mivel a vontatónak önmagát is szállítania kell, ezért az adhéziós vonóerőt sokkal inkább az adhéziós tényező, mint a vontatósúly növelésével kell fokozni. Ez nincs ellentétben azzal a ténnyel, hogy a vontatás eredményessége igen nagy mértékben a vontató súlyától függ.

Az egyik legnehezebb probléma a terepjáró gépjárművek fejlődésében az ugyanazon a talajon nagyobb adhéziós erőt adó futómű előállítás. Ezen a téren is még sok a fejlődési lehetőség, evégből azonban meg kell a futómű alatti talajmechanikai jelenségeket részletesen ismerni.

4. A terepjáró-abroncsok alakváltozása és talajnyomása az I—II. típusú talajokon

A kerékterhelés miatt a gumiabroncs légterének forgástest-alakja az I. típusú talajon a felfekvő felület felett sík lappá torzul. Ehhez — figyelembe véve a gumianyag deformációjának erőszükségletét is — a belső légnyomást felülmúló külső erőre van szükség.

Kísérletekkel tisztázták, hogy a belső légnyomás a kerékterhelésnek mintegy 90%-át viseli, továbbá, hogy az *alig bordázott közúti futófelület felfekvésének középső részén a talajnyomás legalább is ugyanannyi, mint a belső légtér túlnyomása*. Szintén kísérletekből kapták, hogy a gumideformáció ellenereje a felfekvés szélső részein adódik át a talajra és ott a fajlagos talajnyomást megnöveli. A gumideformációból származó erőnek nemcsak a talajra merőleges, hanem a felfekvés síkjában fekvő összetevői is vannak. Emiatt, hogy szemléltető kifejezéssel éljünk, az abroncs a talajt menet közben mintegy markolássza maga alatt.

Feltehető, hogy a gumiabroncs deformált alakja az I. és II. típusúhoz közelálló talajokon gyakorlatilag egyforma, mivel az utóbbi talajokba való besüllyedés közben sincs addig számottevő talajreakció, amíg a teherviselő rétegig le nem értünk.

Az I—II. típusúhoz közel álló talajokra a gumiabroncs lényegében a bordázat felfekvésén adja át a terhelést. Ha a terepjáró-bordázat felfekvése itt például fele az abroncs által eltakart „fiktív felfekvés”-nek, akkor *legalább a légtér kétszeres túlnyomása adódik a bordákon át a talajra*. Az I—II. típusúhoz közelálló talajokon (ha az utóbbiak teherviselő altalaja nincs túlságosan mélyen) e nagy fajlagos talajnyomásnak nincs gyakorlati jelentősége, mert a besüllyedés nem lehet veszélyes mértékű. Itt kell még megemlítenünk, hogy a közúti abroncsok (melyek az I. típusúhoz közelálló talajokra készülnek) bordázata a terepjáró-abroncsokéhoz viszonyítva a fiktív felfekvésnek jóval nagyobb hányadát teszi ki. Ezáltal érhető el ui., hogy a bordák fajlagos talajnyomása és így a futófelület elhasználódása lényegesen csökkenjék.

A terepjáró-abroncsnak természetesen a III. típusú talajon is a lehető legkedvezőbbben kell viselkednie. Ezért bordázata a közúti abroncsokhoz képest jóval kisebb felfekvésű, tehát széles bordaközökkel elválasztott szerkezetű. A terepjáró-abroncs futófelülete költségesebb, azonban sokkal tartósabb gumianyagból készül, mint a közúti abroncsé, mivel a bordák talajnyomása szilárd talajon lényegesen nagyobb. Ezért gyakran (bár sima úttesten erősebb rezonáns hajlandósága van) a nagyobb élettartam elérése céljából közúti gépjárművekre is terepjáró-abroncsot szerelnek.

5. Lánctalpas futóművek talajnyomása

Összehasonlítás céljából tekintsük át röviden a lánctalpas futóművek viselkedését is. Az I. típusú, valamint az olyan II. típusú talajokon, ahol a túlságos besüllyedés veszélye nem fenyeget, a lánctalp fajlagos talajnyomása ugyanúgy számításra kívül hagyható, akárcsak a kerekes futóművéké. A lánctalp bordázata azonban a talajt igen nagy mértékben rongálja.

A lánctalp fiktív felfekvő felülete közel független a talajba süllyedéstől. A III. típusúhoz közelálló talajokon a bordák és bordaközök a teherviselésben egyaránt részt vesznek (a fiktív felfekvés valósá válik). Terhelésük közötti különbség mindössze annyi, amennyit a szóban forgó talajon a borda magasságának megfelelő kisebb tömörítés okozta kisebb talajreakció jelent.

A lánctalpas gépjárművek talajnyomását ($0,4\text{--}0,8\text{ kg/cm}^2$) az egész láncfelfekvésre egyenletesen elosztva szokás megadni. Ez mindenesetre igen jól jellemző összehasonlító adat, de nincs bizonyítva, hogy a gyakorlattal mindig egyeznek. Célszerű volna kísérletileg megállapítani, hogy a lánctalp bordái és bordaközei alatt a III. típusúhoz közelálló talajokon ténylegesen mekkora a talajnyomás. Ez a kísérlet közelebb vinne annak megismeréséhez, hogyan alakul a talajtömörödési ellenállás a besüllyedés függvényében és így igen értékes adatokat szerzhetnénk a kerekes futóművek korszerűsítéséhez is.

6. A terepjáró-abroncsok alakváltozása és talajnyomása a III. típusúhoz közelálló talajokon

E talajokon az abroncs besüllyed, s a terhelésben a bordaközök is résztvesznek. Feltételezve, hogy a bordák és a bordaközök alatt a talajtömörödési ellenállás egyforma nagy, akkor kell, hogy

- a lánctalp alatt tényleg $0,4\text{--}0,8\text{ kg/cm}^2$ legyen a talajnyomás;

- a terepjáró abroncs talajnyomása a III. típusú talajon (hasonlóan, mint a közúti abroncsé az I. típusú talajon) legalább is egyenlő legyen az abroncs belső túlnyomásával; más szóval azon a talajminőségen, ahol a teherviselés és a besüllyedés a legkritikusabb, *a kerekes futómű talajnyomása mintegy négyszerese a lánctalpénak*.

Nem helytálló az a feltevés, hogy lágy talajon a talajnyomás az abroncs belső túlnyomását nem közelítheti meg. Ez jól megítélhető abból a gyakorlati tényből, hogy lágy terepen a nagyobb felfekvés elérésére csökkentik a belső légnyomást. Ilyenkor az abroncs légterének alsó része feltétlenül közel sík lappá torzul. Ez kétségkívül bizonyítja, hogy a talajnyomás legalábbis elérte a belső túlnyomást, amely általában még csökkentett nyomású abroncsban is $1,5\text{--}2,5\text{ kg/cm}^2$ körül van.

Ha a talaj tömörödési ellenállása a bordák és bordaközök alatt a fenti feltételezés szerint egyforma volna (vagyis a talaj tömörödési ellenállása gyakorlatilag nem függne a besüllyedéstől), akkor különösen a kerekes futóművet egy-egy nagyobb függőleges irányú lengés a talajba feltűnő mélyen benyomhatná. A gyakorlatban ezt csak csekély mértékben tapasztalták. Ezért sokkal valószínűbb, hogy a tömörödési ellenállás a II. típusú talajokon feltétlenül, de még a III. típusú talajon is egy bizonyos mélységig enyhén, majd hevesen (az egész görbe jellegére nézve például hiperbolikusan) növekszik a besüllyedés függvényében. Ez más szóval azt jelenti, hogy minden olyan talajon, mely gépjárművel járható, erősen határozott mélységben van vagy keletkezik a teherviselőréteg.

Ha ezek után feltételezzük, hogy a bordaközök függőleges irányú terhelése kisebb, mint a bordaké, akkor a bordák fajlagos talajnyomása szükségképpen még inkább felülmúlja a belső túlnyomást, mint homogén talajnyomás-eloszlás alkalmával.

Az elmondottak meggyőzően utalnak arra, hogy a kis fajlagos talajnyomás önmagában nem lehet a jó terepjáróképeség döntő előfeltétele. Emellett bizonyít az is, hogy lényegesen kisebb talajnyomás ellenére a láncaltalpas futómű terepjáró-képessége nem jobb annyival, hogy a kerekes futóművet kiszoríthatna volna a korszerű terepjárást igénylő feladatok területéről.

A terep járhatóságának egyik döntő, sőt valószínűleg legdöntőbb jellemzője, hogyan növekszik a besüllyedéssel a talaj tömörödési ellenállása. A futómű besüllyedése miatt feltétlenül járhatatlan a II. típusú talajhoz tartozó talaj, ha teherviselő rétege túlságosan mélyen fekszik (pl. mocsár). Járhatatlan a III. típusú talaj is, ha igen nagy besüllyedés kell ahhoz, hogy a tömörödési ellenállás a fajlagos talajnyomást elviselje (pl. laza feltöltött talaj esetében).

Mindezek alapján indokolt volna megállapítani, hogyan deformálódik a terepjáró abroncs a III. típusú közelálló néhány talajon, milyen itt a bordák és bordaközök tényleges fajlagos talajnyomása, végül, milyen a tömörödési ellenállás és a besüllyedés közti összefüggés néhány jellegzetes abroncs-méret, illetve láncaltalpszerűség alkalmazásakor.

Feltehető, hogy a láncaltalpas fajlagos talajnyomása a III. típusú közelálló talajokon mindig kisebb, mint a terheletlen állapotú, kerekes futómű terepjáró gépjárműé. Tapasztalati tény továbbá, hogy a II–III. típusú talajokon korszerű láncaltalppal nagyobb az adhéziós tényező és a megpörgés nagyobb normálcusúzás után következik be, mint a terheletlen terepjáró gépjármű kerekes futóművével.

Az is ismert a tapasztalatból, hogy a kerekes futómű terepjáró gépjármű kerekei a II–III. típusú talajon könnyebben megpörögnek, ha a gépjármű nincs terhelve.

Mindezekből nagy valószínűséggel állapíthatjuk meg, hogy

a) a láncaltalpas nagy felfekvése (de kis talajnyomása) miatt a bordák felfekvésén előálló súrlódóerőn kívül a megkapaszkodásnál döntő szerephez jut a bordaközökbe nyúló sok és széles (bár kevésbé tömörített) talajborda „lába” által elviselt nyíróigénybevétel is;

b) a kerekes futómű nagy talajnyomása (de kis felfekvése) folytán: II. típusú talajnál a megkapaszkodásban döntő tényező a bordák felfekvő súrlódása, melyet a nagy talajnyomás különösen oly módon növel meg, hogy a bordák alól a kenőhatású nedvességet kiszorítja; III. típusú talajon történő megkapaszkodás alkalmával pedig a bordafelfekvések súrlódásán kívül előtérbe lép még a nyíróigénybevétel is, amelyet a láncaltalphez képest kisszámú és kevésbé hűsös, de a nagy talajnyomással nagy belső súrlódásúvá tömörített talajbordák lábai vesznek fel;

c) ennél fogva a nehezen járható terepen való megkapaszkodáshoz vagy nagy felfekvés kell (mint a láncaltalpi), vagy pedig viszonylag nagy talajnyomás (mint a kerekes futóműé).

7. A terepjáró kerekes futómű adhéziója

A gumiabroncs az I. típusú száraz talajon (a normálcusúzás határán belül) részleges csúszással halad. Ez azt jelenti, hogy az érintkező felületek egyes pontjai nem mozdulnak el egymáson; más pontjai viszont egymáshoz képest elmozognak és ugyanakkor az abroncs tangenciális irányban deformálódik. Ez a viszonylagos elmozdulás egyrészt az érintkező felületek között mindig jelenlévő szennyeződésen, valamint az abroncsból vagy a talajból leszakadt anyagi részecskéken, mint apró gördülőtesteken való tovaigördüléssel, másrészt pedig csúszó súrlódással jön létre.

Az abroncs részleges csúszása az I. típusú nedves talajtól kiindulva a II. típusú talajokon át a III. talajtípus felé haladva, egyre inkább teljes felületi csúszássá válik, anélkül azonban, hogy a normálcusúzás határát túllépné. Az I–II. típusú nedves talajokon jórészt csak azok az érintkező felületek pontok maradnak egymáshoz képest mozdulatlanul, melyek közül a bordák fajlagos nyomása a kenőhatású nedvességet ki tudta szorítani. Jól szemlélteti ezt többek között, hogy az utcaszeméttel szennyezett félnedves aszfalton (amely a legcsúszósabb talajok közé tartozik) a kisebb fajlagos talajnyomású közötti abroncs jobban csúszik, mint az ugyanolyan kerékterhelést viselő, nagyobb fajlagos talajnyomású terepjáró abroncs.

A III. típusú közelálló talaj a futómű alatt képlékeny ellendarabbá préselődik, melynek nemcsak a futóművel érintkező szemcséit, hanem a belsőket is (laza talajon az abroncs legalsó pontja alatt 2–5 cm mélységig) a futómű kerületi ereje mozgásra kényszeríti.

A láncaltalpas acélanyaga számbavehető mértékben nem deformálódik. Ezért viselkedése annyiban tér el a gumiabroncsétól, hogy a láncaltalpas részleges csúszást sohasem végez; acélanyaga a talajt jobban ronsolja és így aránylag több alatta a gördülő talajrészecske, mint a gumiabroncs alatt.

Az adhézió a talajminőségtől és a futómű adott-ságaitól függ. A terep egy meghatározott gépjármű számára a kis adhézió miatt elméletileg akkor járhatatlan, ha a vonóerőszükségletet az adhéziós vonóerő nem fedezi és ezért a kerekek megpörögnek. A gyakorlatban az elméletileg járhatatlan, de rövid terepszakaszokon a gépjárművet a lendület segíti át.

A továbbiakban ezt a gyakorlati lehetőséget nem vesszük figyelembe, és elhanyagolva a tehetetlenséget, valamint a vontatás kritikus eseteiben igen csekély légellenállást, a pályáérintő irányú erők alábbi menet közbeni egyensúlyával számolunk:

$$\mu Q_1 \cos \alpha = (Q_1 + Q_2) \sin \alpha + e (Q_1 + Q_2) \cos \alpha \quad (2)$$

ahol az (1) alatti kifejezésben szereplő mennyiségeken kívül Q_2 a nem hajtott futóműelemeket terhelő súly, e a talaj fajlagos gördülési ellenállása.

Az előbbiekből láttuk, hogyan hat a fajlagos talajnyomás és a felfekvő felület nagysága az adhézióra. E megállapítások azt mutatják, hogy a futómű alatt előálló dörzskapcsolat csak az I. típusú talajon és a kimondottan II. típusún azonosítható a szilárd testek súrlódásával. Ilyen talajokon az adhézió gyakorlatilag független a felfekvő felület nagyságától. Ezt egyebek között jól bizonyítja, hogy két egyforma súlyú és sebességű kerekes gépjármű legkisebb fékútja tiszta felületű I. rendű műúton úgyszólván ugyanakkora, akár 4, akár 10 kereken fut.

Egyre nagyobb belső súrlódású réteggel fedett szilárd teherviselő talajt vizsgálva, azaz minél in-

I. táblázat

T a l a j n e m		Adhéziós tényező		Fajlagos gördülési ellenállás	
		kerekes	lánc talpas	kerekes	lánc talpas
		f u t ó m ű v e k			
Aszfalt	száraz	0,7—0,8	0,4—0,6	0,015—0,018	0,05—0,06
	félnedves	0,2—0,3	0,4—0,5	0,015—0,018	0,05—0,06
	nedves	0,5—0,55	0,4—0,6	0,015—0,018	0,05—0,06
Beton	száraz	0,75—0,8	0,4—0,6	0,015—0,018	0,05—0,06
	félnedves	0,5—0,65	0,4—0,5	0,015—0,018	0,05—0,06
	nedves	0,7—0,75	0,4—0,6	0,015—0,018	0,05—0,06
Kiskockakő, száraz vagy nedves		0,6—0,7	0,45—0,6	0,02—0,025	0,06—0,07
Jó makadám, száraz vagy nedves		0,65—0,7	0,5—0,6	0,02—0,03	0,06—0,08
Agyag	száraz v. félnedves, kemény	0,65—0,7	0,7—1,0	0,04—0,06	0,06—0,08
	félnedves, puha	0,55—0,6	0,7—0,95	0,12—0,16	0,1—0,15
	kb. 10 cm-re felázott, sáros	0,3—0,35	0,4—0,5	0,15—0,18	0,1—0,15
	mélyen felázott, sáros	0,3—0,35	0,4—0,5	0,25—0,28	0,15—0,25
Fekete föld	száraz v. félnedves, kemény	0,6—0,7	0,7—1,0	0,04—0,06	0,06—0,08
	száraz v. félnedves, puha	0,55—0,6	0,7—0,95	0,1—0,15	0,08—0,12
	kb. 10 cm-re felázott, sáros	0,3—0,35	0,4—0,5	0,15—0,18	0,1—0,15
	mélyen felázott, sáros	0,3—0,35	0,4—0,5	0,2—0,25	0,15—0,22
Homokos föld	száraz v. félnedves, kemény	0,55—0,65	0,65—0,95	0,04—0,06	0,06—0,08
	száraz v. félnedves, puha	0,5—0,6	0,65—0,85	0,1—0,15	0,08—0,12
	kb. 10 cm-re felázott, sáros	0,3—0,4	0,4—0,55	0,12—0,16	0,1—0,12
	mélyen felázott, sáros	0,3—0,4	0,4—0,55	0,15—0,2	0,1—0,15
Homok	száraz, folyami	0,3—0,4	0,35—0,45	0,15—0,2	0,1—0,15
	száraz, futó	0,3—0,35	0,3—0,4	0,15—0,3	0,15—0,25
	félnedves	0,35—0,45	0,4—0,5	0,08—0,15	0,05—0,1
	felázott	0,4—0,45	0,45—0,5	0,08—0,15	0,05—0,1
Zöld fű	száraz talajon	0,5—0,6	0,7—1,0	0,04—0,06	0,065—0,075
	nedves talajon	0,4—0,5	0,4—0,7	0,08—0,15	0,07—0,08
Szárzsfű	száraz talajon	0,6—0,7	0,7—1,0	0,04—0,06	0,065—0,075
	nedves talajon	0,45—0,55	0,7—0,95	0,08—0,15	0,07—0,08
Hó	kb. 10 cm-es, friss	0,4—0,5	0,4—0,6	0,12—0,16	0,1—0,15
	30 cm-es	0,4—0,5	0,3—0,5	0,16—0,28	0,15—0,25
	40 cm-es	0,4—0,5	0,25—0,45	0,2—0,3	0,2—0,3
	keményre hengerelt	0,25—0,35	0,25—0,4	0,03—0,05	0,06—0,07
	olvadáskor	0,15—0,25	0,20—0,25	0,02—0,03	0,05—0,06
Jég	kb. —30°C-on	0,25—0,30	0,25—0,30	0,02—0,03	0,05—0,06
	kb. —10°C-on	0,20—0,25	0,20—0,25	0,015—0,02	0,05—0,06

kább távolodunk a II. talajtípustól és mentől jobban közeledünk a III. talajtípushoz, annál kedvezőbb hatással van a felfekvő felület nagysága és a fajlagos talajnyomás tömörítő hatása az adhézióra, és annál jelentősebb a futómű által egy időben megmozgatott talajszemcsék együttes reakcióerejének szerepe az adhézióban. Megállapítható tehát, hogy III. típusú talajon helytelen a futómű dörzskapcsolatát szilárd testek súrlódásaként fel fogni.

Jó gyakorlati közelítéssel a (2) alatti kifejezést mégis általánosítva használjuk. Ezt azért tehetjük, mert a gyakorlatban többnyire nem a III. talajtípus végletével van dolgunk, és mert a láncalp, ill. a kerekes futómű esetében más-más adhéziós tényezőt veszünk figyelembe.

Az alábbi táblázatban tüntettük fel a (2) kifejezés használatához a különböző kísérleti és irodalmi forrásokból összegyűjtött μ és e értékeket az egyes jellemző talajnevek egyrészt a terepjáró futófelületű, kb. 8,50—20 és 10,00—20 méretek közötti abroncsokkal felszerelt, másrészt a láncalp futóművek esetében.

A talajminőségek meghatározásának bizonytalansága miatt nem látszik célszerűnek, hogy az egyes talajnevekhez a táblázatban foglaltaknál pontosabb számértékeket igyekezzünk megállapítani. Sokkal inkább szükség volna olyan kísérletekre, melyek legfeljebb 3—4 jellegzetes talajminőségre, minden egyéb kísérleti körülmény állandó értéken tartásával, az adhéziós tényezőt a futómű egy-egy szerkezeti jellemzője függvényében határoznák meg. A futómű ilyen jellemzője lehetne általában a futófelületek bordázata, mérete, fajlagos talajnyomása (bordák és bordaközök alatt). Kerekes futóműveknél ezenkívül számításba kellene venni a vonóerőt kifejtő kerekek számát és elrendezését, továbbá a tengelyterhelések elosztását, valamint az abroncs belső légnyomását és egyéb adatokat.

Itt kell megjegyezni, hogy ha a futómű gördülő sebessége nagy, akkor számottevő mértékben csökkenti az adhéziót. Vontatás alkalmával ezt a körülményt el lehet hanyagolni, mivel ahol az adhézió kritikus értékű, ott szükségképpen a menetsebesség csekély.

Igen hasznos volna a fentemlített kísérletekkel többek között tüzetesen megállapítani, hogy milyen gyakorlati különbség van a két- és háromtengelyes összkerekhajtású terepjáró gépjárművek adhéziói között, ha mindkét gépjármű hat keréken fut. Emellett a terepjáró vontatóabroncs két-három teherbírás-kategóriájához ki kellene kísérletezni a legcélszerűbb méreteket, belső légnyomást, futófelületi bordázat-mintát, sebességhatárát stb.

A II—III. típusú talajokon a fajlagos gördülési ellenállás legnagyobb részét a kerekek beásódása nélkül keletkező, maradótalajdeformáció létrehozása okozza. Célszerű volna az említett kísérleteket kiterjeszteni a legkisebb gördülési ellenállást adó futóműtípusok, láncalp- és abroncsméretek, valamint talajnyomásértékek megállapítására. Az abroncsméret, a futófelület és a kerékterhelés megfelelő megválasztásával az adhéziós tényezőt és a fajlagos gördülési ellenállást feltehetően sikerül úgy összehangolni, hogy a mainál lényegesen jobb teherjáróképességű abroncsokat kaphatunk.

Az adhéziós tényezőt általában erősen rontja a talaj nedvessége, belső csúszóssága, továbbá a talajszemcsék belső laza kapcsolata, úgyszintén az a körülmény, hogy a talaj a bordaközökbe ragad. A kis adhézió miatt fellépő menetképtelenségnek éppen az a legsúlyosabb formája, amikor a „vendégmarasztaló” agyagos sár a futófelületet simává tölti ki és csúszóssá teszi. Ilyenkor célszerű

a láncaltnál különleges kapaszkodóelemek, a kerekes futóműnél pedig hóláncok használatával csökkenteni a megpörgés lehetőségét.

A láncalp kiváló tulajdonsága, hogy nagy felfekvő felületének gördülési ellenállása a nagy teherviselőképesség ellenére sem nagy, adhéziója pedig különösen a II—III. típusú talajokon rendkívül jó.

Azt mondhatjuk, hogy a korszerű láncalp a terepjárás legjobb, sőt mintegy 15 tonna járműsúly felett egyedüli eszköze. Ennek az a tény sem mond ellent, hogy kb. 4 tonnánál könnyebb láncalpas gépjárművet úgyszólván nem találunk. A kerekes futómű nagy közúti mozgékonyasága indokoltá teszi, hogy az ilyen súlykategóriájú gépjárműveknél lemondjunk a láncalp terepen megmutatókozó lényeges, de ebben a súlycsoportban nem döntő előnyeiről.

Közúton, különösen a kockakő és keramitburkolaton a láncalp adhéziója, következésképpen a láncalpas gépjármű kormányozhatósága és iránytartása rosszabb, mint a kerekesé. Ez különösen nagyobb menetsebességeken mutatkozik meg feltűnő módon. Ennek gyakorlati jelentősége nem nagy, mert közúton rendszerint nincs olyan emelkedő, vagy olyan mély talaj, amely számottevő adhéziós vonóerőt tenne szükségessé. Egyébként a láncalp más hátrányos tulajdonságai miatt sem való a közútra: zajos, ezenkívül különösen fordulóknál, de egyenes irányú haladáskor is erősen rongálja az utat.

Valószínűleg gumibetétes láncagok a láncalp közúti tulajdonságait a tereptulajdonságok lerontása nélkül megjavíthatják. Ennek nagy lehet a jelentősége a láncalpas vontatásnál, valamint az önjáró láncalpas hadianyagoknál különösen akkor, ha a láncalp élettartamát sikerül kellőképpen megnövelni.

8. A kerekes futómű fejlődési irányai

Ma már csak az összkerekhajtású terepjáró gépjárműveket mondhatjuk korszerűeknek. A nagy felfekvő felület előnyeit felismerve, a nagy teherbírás igényéből, valamint a kis fajlagos talajnyomás elérésére irányuló törekvésekből születtek meg a háromtengelyes, tízkerekes összkerekhajtású terepjáró gépjárművek.

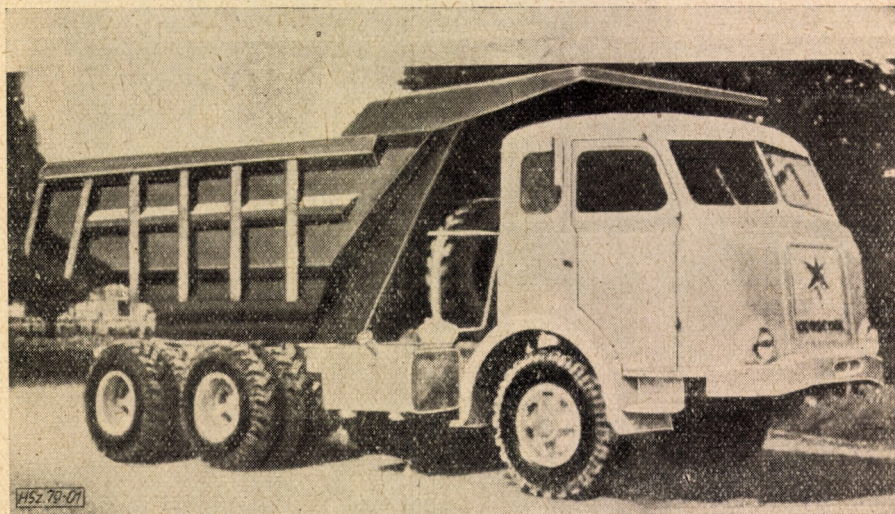
Ez az irányzat ma is erős, több ország gyárt hasonló gépkocsikat, amelyek közül néhányat az 1—4. ábrákon bemutatunk.

Figyelemre méltó érvek szólnak azonban az ikerszerelésű kerekek ellen. Így hátrányos, hogy az ikerkerekek közé a sár könnyen betapad és ezért számottevő mértékben növeli a kerekek csúszását, ezenkívül az ikerkerekek egyforma terhelése csak sima útfelületen és csak azonos belső légnyomáson következhet be; utóbbinak valószínűsége a gyakorlatban rendkívül kicsi. További hátrány az ikerkerekek közös érintősíkjának kötött helyzete. Emiatt egyenlőtlen terepen az ikerkerekek felváltva csaknem állandóan igen erősen túlterhelve futnak. Kellemetlen az is, hogy menet közben az ikerkerekek meghibásodása nem vehető azonnal észre, jóllehet az épen maradt ikerkerék ilyenkor huzamosan 100%-os túligénybevételt kap.

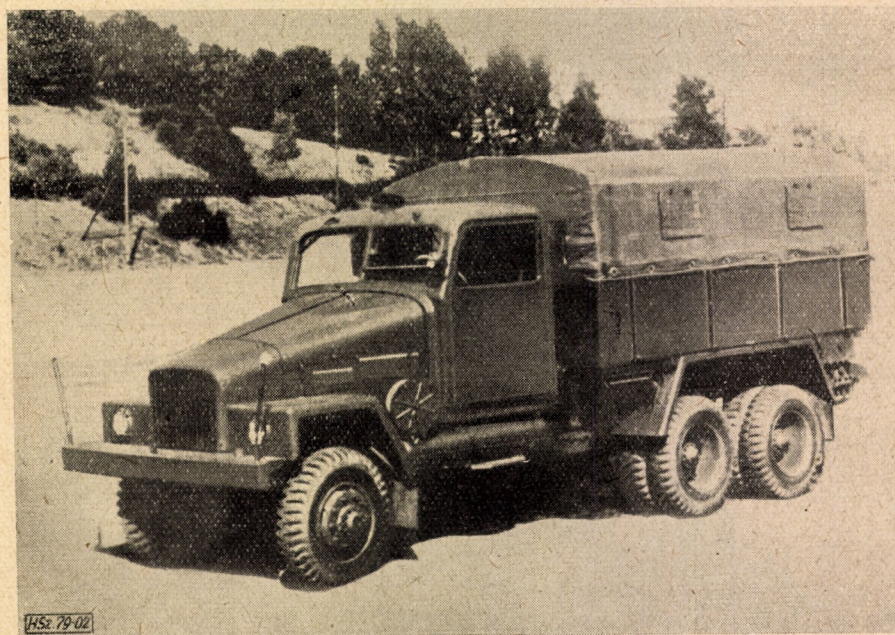
Az ikerkerekek hátrányainak felismerése új irányként kialakította a terepen 10—15 tonna összsúlyra terhelhető, 3 tengelyes, 6 kerekű, nagy kapacitású terepjáró vontató-tehergépkocsikat (5—8. ábra). Ez az új irány még nagy fejlődés előtt áll. A kifejlesztésben bizonyára szerepet játszott az a feltételezés is, hogy a fajlagos talajnyomás bizonyos mértékű növelése az esetek túl-

nyomó részében többet használ az adhéziónak, mint amennyit a gördülési ellenállásnak árt és nem okoz veszélyes besüllyedést. Figyelembe vették még, hogy a teherbírás és a felfekvő felület növelésére célszerű nagyobb kerékméretet válasz-

hogy a bordák és bordaközök alatt a talajnyomás homogén). Kerekes futóművek esetében ez szinte egyedülálló módon alacsony érték. Ez az irány még számos értékes kísérleti és használati eredményt hozhat, mert lehetővé teszi a fajlagos talaj-



1. ábra. Henschel HS3—180 típusú gépkocsi



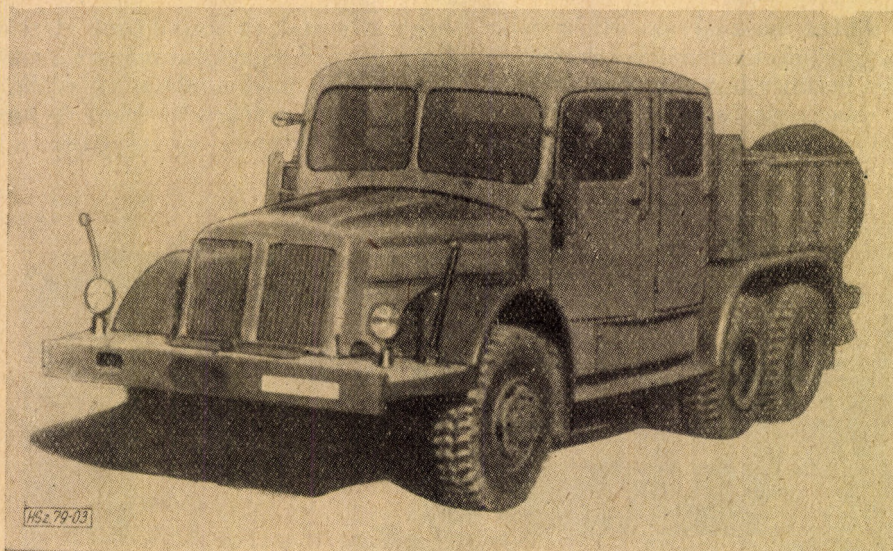
2. ábra. G5 típusú gépkocsi

tani, mert így elkerülhető a fajlagos talajnyomás, valamint az abroncsigénybevétel káros mértékű megnövekedése.

Egy másik új irány a belső légnyomás menet közbeni változtatása. Ezzel igen erős abroncs-deformáció árán pl. a ZIL—157 gépkocsinál mintegy $0,7 \text{ kg/cm}^2$ talajnyomást érnek el (feltéve,

nyomás csökkentése révén a felfekvő felület megnövelését ott, ahol az előnyös.

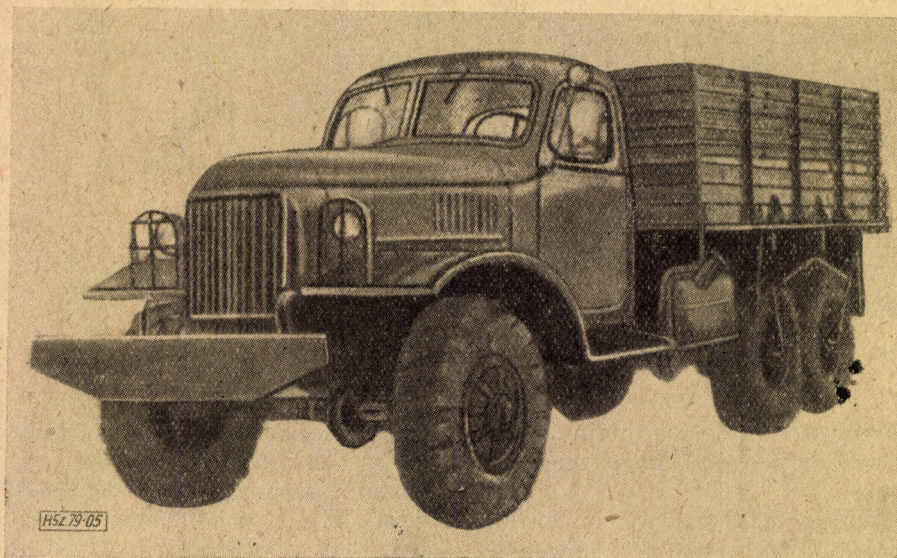
Ez idő szerint igen sokféle futófelület-bordázat fordul elő. Helytelen volna ebből arra következtetni, hogy a használatban a különböző bordázatminták között számottevő különbség nincs. Ha így állna a helyzet, akkor már kialakult volna



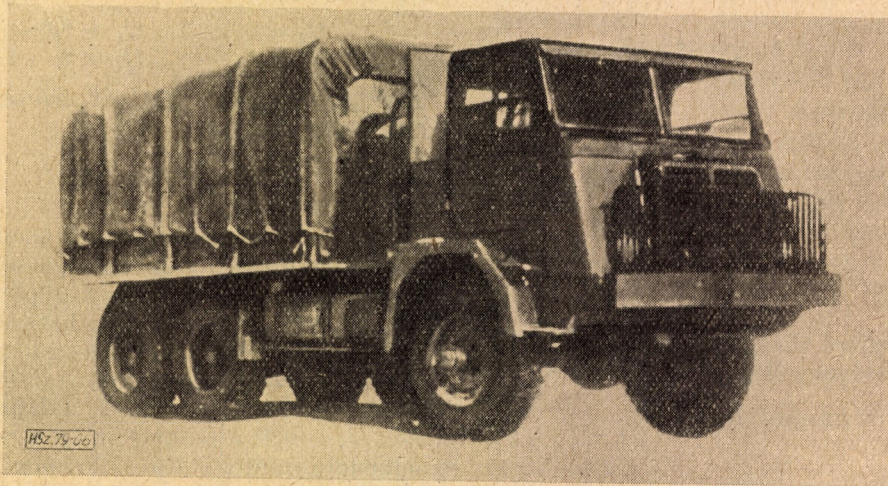
3. ábra. Tatra 141 típusú gépkocsi



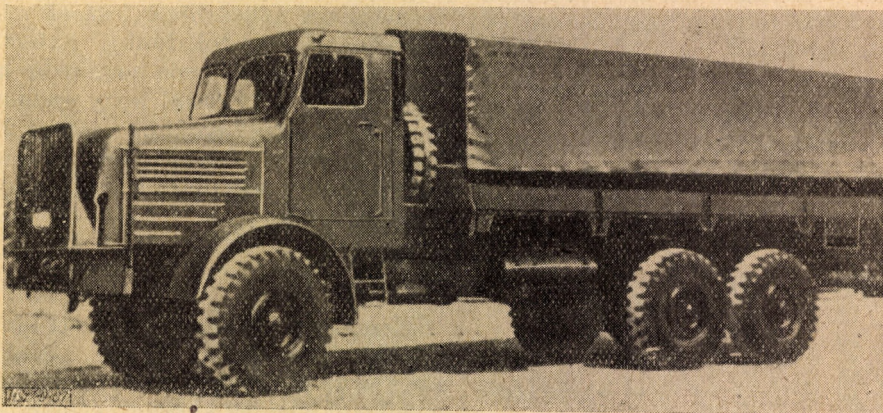
4. ábra. Praga V3SZ típusú gépkocsi



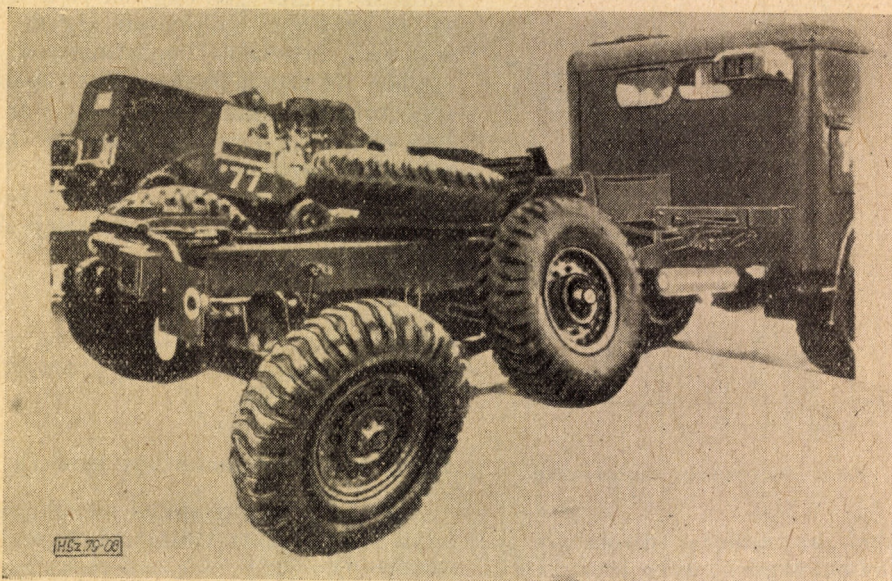
5. ábra. ZIL—157 típusú gépkocsi



6. ábra. Star—66 típusú gépkocsi



8. ábra. Albion típusú gépkocsi



7. ábra. Faun L900 típusú gépkocsi

néhány vagy esetleg egyetlen egységes irány és nem volna fejlődési lehetőség. Ellenkezőleg, nagyon valószínű, hogy tudományosan megtervezett összehasonlító kísérletek itt is még fontos eredményeket hozhatnak.

Az adhézió és a gördülési ellenállás szempontjából egyaránt feltétlen helyes irányként kötelezően szem előtt kell tartani azt az elvet, hogy az egymást követő tengelyek terhelése lehetőleg egyre nagyobb legyen, mert minden hátsóbb kerék tömörebb talajon fut.

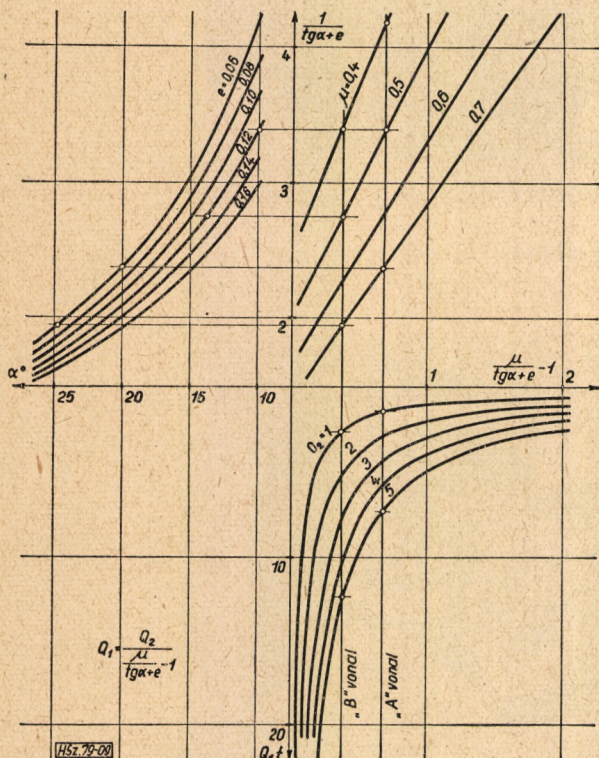
9. A kerekes terepjáró vontatónak a kellő adhézió eléréséhez szükséges súlya

A (2) kifejezésből kapjuk, hogy

$$Q_1 = \frac{Q_2}{\frac{\mu}{\operatorname{tg} \alpha + e} - 1} \quad (3)$$

Ha ez az egyenlet nincs kielégítve, akkor a kerekek megpörögnek. Ennek oka természetesen a vontató nem elegendő súlya is lehet.

A (3) kifejezés az adott vontatmányhoz a szóban forgó terepviszonyok figyelembevételével szükséges vontató súlyát határozza meg. Grafikus megoldását a 9. ábrán találjuk. Ebből kiolvasható,



9. ábra. A szükséges vontatósúly grafikus meghatározása.

hogy közúton, ahol az adhézió általában jó ($\mu = 0,6-0,7$) és az emelkedés enyhe (max. 10°), még elhanyagolt úttesten vagy könnyű természetes talajon is ($e = 0,06-0,1$) az összetartozó Q_2

vontatmány, illetve Q_1 vontató súlyok tonnában:

$$\begin{aligned} Q_2 &= 1 & Q_1 &= 0,6-0,8 \\ Q_2 &= 5 & Q_1 &= 3-4. \end{aligned}$$

A vontatósúly felső határát véve, a vontatmány-vontató súlyaránya

$$\frac{Q_2}{Q_1} = 1,25 \quad (4)$$

Ha ehhez az előírásához tartjuk magunkat, akkor a közúti vontatás igen biztonságossá válik. Ezt jól mutatja, hogy a vontatósúly középértékére a talajjellemzők változása alig van hatással. Példánkat véve alapul, a vontatósúly-ingadozás $\pm 14\%$ -ot.

Kiváló ($\mu = 0,7$; $e = 0,06$) talajon kb. 20° -os, közepes ($\mu = 0,5$; $e = 0,12$) talajon kb. 10° -os, nehéz ($\mu = 0,4$; $e = 0,15$) talajon pedig kb. 5° -os emelkedőig mintegy 1,5–7,5 tonna súlyú vontatókkal biztosíthatjuk az 1–5 tonna súlyú vontatmányok továbbítását. (9. ábra „A” vonal.) Ha ezekhez képest a terepviszonyok akár az emelkedő növekedése, akár a talajjellemzők romlása formájában nehezebbek lesznek (vagyis az „A” vonaltól balra tolódunk), akkor a szükséges vontatósúly rohamosan növekedni kezd.

Az ábrából kitűnik, hogy gazdaságos az 1–5 tonnás vontatmányokhoz mintegy 2,5–12,5 tonna súlyú vontatókat használni (9. ábra „B” vonal), más szóval a terepjáró vontatmány-vontató korszerű súlyaránya

$$\frac{Q_2}{Q_1} = 0,4 \quad (5)$$

Ezzel a példánkban jellemzett kiváló talajon kb. 25° , közepes talajon kb. 14° , végül nehéz talajon kb. 8° a kerekes vontatással leküzdhető legnagyobb emelkedő jelenleg korszerű értéke. Az ennél meredekebb vagy nehezebb talajú terep kerekes vontatással járhatatlan, mert a „B” vonaltól kissé balra tolódva, vagyis a terepviszonyok csekély romlásával már igen nagy súlyú kerekes vontatóra volna szükség. Különösen így áll a dolog a 2 tonnánál nehezebb vontatmányok esetében. Ez egyben jól szemlélteti a „B” vonaltól balra történő tolódás alkalmával, vagyis az (5) kifejezésben előírt 0,4 érték túllépésekor hevesen romló vontatási biztonságot.

Kerekes futóművel a legnehezebb ($\mu \pm 0,3$; $e = 0,15-0,2$) talajon a (3) kifejezésből kapható

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\mu}{\frac{Q_2}{Q_1} + 1} - e \quad (6)$$

összefüggés alapján mintegy $1^\circ-3^\circ$ mászóképeséget nyerhetünk.

10. A szükséges motorikus vonóerő

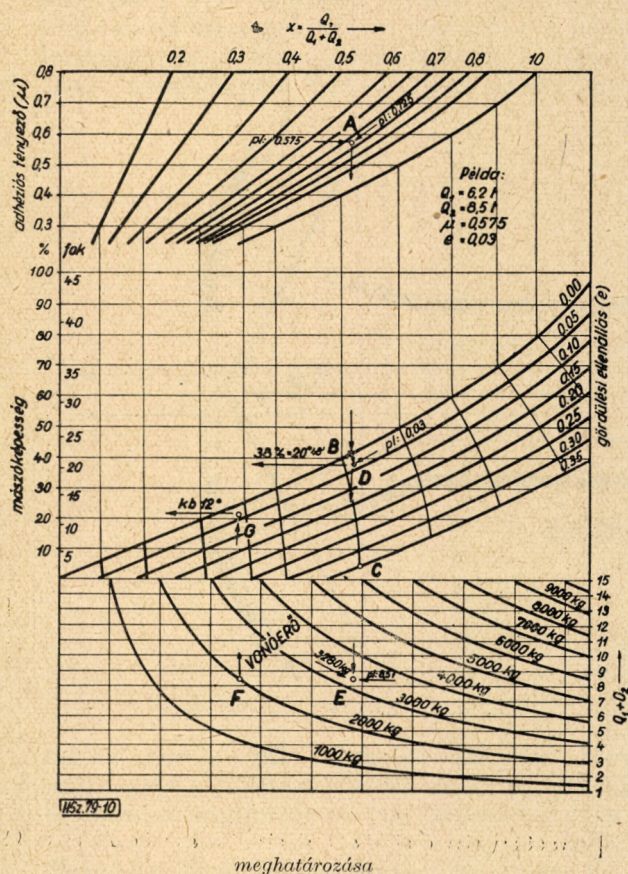
A (2) kifejezés grafikus megoldását a 10. ábra adja. Ebből adott vontatmány, vontató és terep esetére (Q_1 ; Q_2 ; μ és e ismertek) gyorsan lehet a legnagyobb leküzdhető emelkedőt és az ehhez szükséges adhéziós vonóerőt meghatározni.

A grafikon használatát a rárajzolt példa mutatja:

$$\text{Az } x = \frac{Q_1}{Q_1 + Q_2} \quad (7)$$

számított értékének (pl.: 0,725) megfelelő vonal és az adott μ (pl.: 0,575) vonala A metszéspontját berajzoljuk.

Megjegyezzük, hogy Q_2 általánosítva nem csupán a vontatmány súlyát, hanem általában a nem hajtott kerekre eső súlyt (vontatmány nélküli, csak hátsó hajtásos gépjármű ese-



tében az első tengely terhelését) jelenti. Vontatmány nélküli összerékhajtásra pl. $x = 1$. Ez a 10. ábrán közvetlenül szemlélteti annak a fejlődési irányzatnak helyességét, hogy törekszenek a lehetőség szerint mindenütt a terepen vontatás helyett terepjáró önjárást alkalmazni.

Az A pontból levetítünk a gördüléllenállást jelző görbék $e = 0,00$ alapgörbéjére, így kapjuk a B pontot. Innen a gördüléllenállást jelző görbék keresztező (pl. $B-C$) segédvonalakkal párhuzamosan haladva metsszük az adott (pl. 0,03) gördüléllenállás vonalát a D pontban. A D pontból balra vetítve kapjuk az adott vontatmányvontató súlyarány esetében [a 10. ábra példájában ez az érték az (5) összefüggés 0,4 értékétől eltérően mindössze 0,25] és az adott talajon kifejezhető adhézió által korlátozott legnagyobb mászóképeséget (pl. 38% = 20° 48'). A D pontból levetítve a $Q_1 + Q_2$ teljes gördülő súly (pl. 8,5 t) vízszintesén kimerítjük az E pontot. Ez a vonóerő-görbéken végzett interpolálás útján megadja az adott súly-

viszonyok között elérhető legnagyobb mászóképeséghez szükséges adhéziós vonóerőt.

Ha a vontató futóművének a motorikus és erőátviteli adottságok által meghatározott kerületi ereje ennél a szükséges adhéziós vonóerőnél kisebb, abban az esetben az adott talajviszonyokban az elakadás a motor befulladásá miatt már hamarabb bekövetkezik. Ha viszont a vontató motorikus vonóereje több az adott súlyviszonyok között elérhető legnagyobb mászóképeséghez szükséges adhéziós vonóerőnél, olyankor az elakadás a mászóképeség határán a futómű megpörgése miatt következik be.

A kiváló adhéziójú, de számottevő gördülési ellenállású talajon leküzdhető legmeredekebb emelkedőn való vontatás kívánja a vontatótól a legnagyobb vonóerőt. Célszerű ezt a talajminőséget kerekess vontatóra $\mu = 0,7$ és $e = 0,1$ értékekkel, láncotpalasra pedig $\mu = 0,9$ és $e = 0,08$ értékekkel meghatározni. Ezekkel, nemkülönben a Q_2 és Q_1 adataival a (6) összefüggésből a mászóképeség, ebből pedig az (1) kifejezés segítségével az előforduló legnagyobb adhéziós vonóerőt meg lehet határozni.

Korszerű követelményként előírhatjuk, hogy a vontató legnagyobb motorikus vonóereje az előforduló legnagyobb adhéziós vonóerőnél 10%-kal legyen több.

11. A szükséges motorteljesítmény

A vontatási gyakorlatban előforduló egyik legnagyobb motorteljesítményt igénylő üzemi állapot a viszonylag gyors felhaladás a jó talajú, hosszú, közepesen meredek emelkedőn. E feltételek alapján célszerű a szükséges motorteljesítményt meghatározni.

A (2) összefüggésből a Q_2 és a Q_1 ismeretében vagy pedig Q_2 értékéből (5) alapján a Q_1 -et kiszámítva meghatározzuk a szóban forgó emelkedőn szükséges V_k közepes adhéziós vonóerőt. Ehhez célszerűen felvehető adatok: $\alpha = 6^\circ$; $e = 0,03$. Előírjuk az ilyen emelkedőn kívánt sebességet. Ez kerekess terepjáró vontatóra vonatkoztatva $v = 5$ m/sec lehet. A szükséges motorteljesítményt a közismert

$$N = \frac{v \cdot V_k}{\eta \cdot 75} \quad (8)$$

képlet adja.

Irodalom

- [1] Csudakov: Kacsenie avtomobilnovo koljosa, Moszkva (1947).
- [2] Csudakov: A gépkocsi elmélete, Budapest (1955).
- [3] Liszka: Terepjárók és vontatók. Egyet. jegyzet, Budapest (1950).
- [4] Clementis: A terepjárás elméleti és gyakorlati vonatkozásai, Egyet. jegyzet, Budapest (1953).
- [5] Techn. Daten deutscher Nutzfahrzeuge, Lastauto u. Omnibus 32—11. 506 (1955).
- [6] Techn. Daten neuer deutscher Nutzfahrzeuge, Lastauto u. Omnibus 32—12, 596 (1955).
- [7] Papenbroock, ATZ, 59—4. (1957).
- [8] Komarov, Tankiszt, 8, 51 (1956).

A csőszájfék működése és elmélete

1. A csőszájfék történeti fejlődése

A lövés alkalmával fellépő robbanásszerű, gyors égés folyamán a lőporból nagymennyiségű, nagynyomású és magas hőmérsékletű gáz fejlődik a töltényűrben. A lőporgáz részben a lövedéket, részben pedig a löveg hátrasikló részeit gyorsítja a tömegekkel arányosan.

A csőszájfék gondolata, mint a hátrasiklási energia csökkentésének egyik eszköze, már a múlt század 60-as éveiben felvetődött. Az orosz tüzérség pl. az 1838 M. ostromágyún alkalmazta a cső torkolati részén kialakított és a csőfurat tengelyére 45° -os szög alatt álló nyole nyílás formájában. Ebben az időben azonban nem terjedt el, mert a hátrasiklási hosszak korlátozását a folyadékfék (Siemens találmánya, 1860), majd a rugalmas lövegtalpak alkalmazásával megoldották.

A csőszájfék később, az I. világháború után megmaradt nagymennyiségű löveganyag korszerűsítése során terjedtek el nagymértékben. Mivel a csőszájfék a hátrasiklási energia egy részét felemésztette, a meglévő lövegtalpakat a lőtávolság növelésével alkalmazni lehetett.

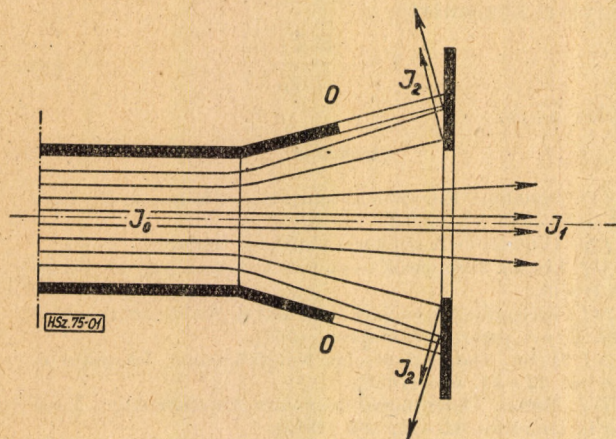
A II. világháború előtt a különböző űrméretű lövegek talpának egységesítése és új tervezések során már a csőszájfék általánosan alkalmazták. A csőszájfék fontossága csak növekedett a II. világháború idején, amikor a lövegtervezésben ellentétes követelményeket: a teljesítmény és a mozgékonyság növelését kellett összehangolni. Különösképpen a páncéltörő lövegeknél használták ki a stabilizáló nyomatókat kedvezően növelő hatását.

Jelenleg a légvédelmi tüzérség lövegeinek egyre növekvő teljesítménye teszi a nagy hatásfokú csőszájfék alkalmazását szükségessé — jóllehet a folyadékféken és a helyretolón kívül a hátrasiklási energiát még a töltényadagoló automata súlya is fogyasztja.

2. Működési és szerkezeti felosztás

Megkülönböztetünk aktív, aktív-reaktív és reaktív működésű csőszájfék-típusokat.

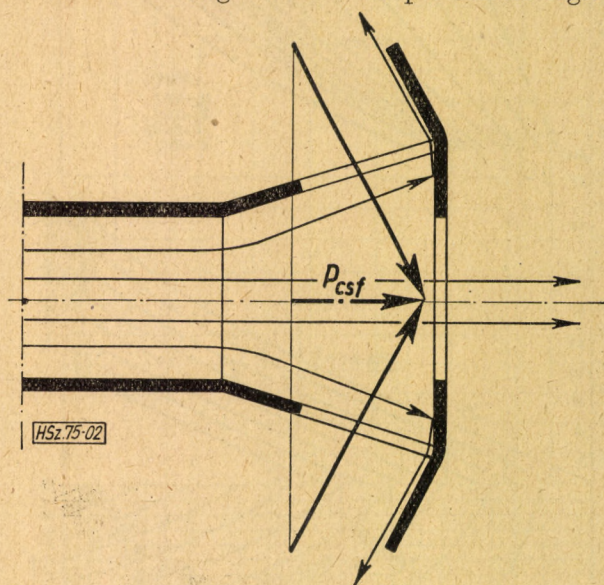
a) Az *aktív* működésű csőszájfék csőtengelyre merőleges irányban kialakított térítőfelületein (F) a lövedék után kiáramló gázok (I_0) egy része (I_2) felütközik és a csőszájféktest nyílásain (O) oldalirányban kilép. Felütközéskor a lőporgáz — moz-



1. ábra. Az aktív csőszájfék elve

gási energiájának megfelelő mértékben — fékezi a hátrasiklást.

b) Az *aktív-reaktív* működési elvű csőszájfék részben a csőtengelyre merőleges térítőfelületein ütközteti a lőporgázokat, majd a csőtengellyel 90° -nál kisebb szög bezáró kilépőfelületei segít-



2. ábra. Az aktív-reaktív csőszájfék elve

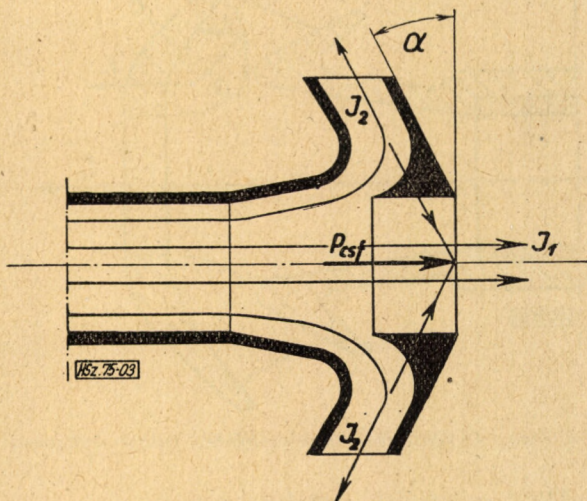
ségével hátrafelé irányítja. Így növelt hatást érünk el, mert a hátrasikló részeket a kilépő gáz-sugár impulzusának csőtengelyirányú összetevője is fékezi.

c) A *reaktív* csőszájfék térítőfelületei a lövedék után kilépő gáz-sugarat leválasztják. A csőtengelyirányban áramló gáztömeget teljes mértékben eltéríti, a reaktivitási (csőtengelyre vont merőlegessel bezárt) szögének megfelelően. Különösen nagy reaktivitási szög esetén ez a kezelőszemélyzet szempontjából kedvezőtlen, jóllehet hatás tekintetében ez a megoldás a teljes értékű. Ezt a típust ritkán alkalmazzák, mivel a kezelőszemélyzet egészségét és testi épségét veszélyezteti. (A személyzet tartózkodási helyét légfőkési hullám, valamint hőhatás éri.)

Általánosságban 30–35%-os hatásfokig az aktív rendszerűek terjedtek el, ezen felüli hatásfok elérésére pedig aktív-reaktív típusokat használnak.

A csőszájfék működése akkor kezdődik, amikor a lövedék a csőtorkolatot elhagyta. A lövedék után áramló gázok a csőszájfék terelőfelületeibe ütköznek a gázkiömlés egész időtartama alatt. A lőporgázok kiömlésének kezdetéig a lövedék és a hátrasikló részek ugyanúgy viselkednek, mint csőszájfék nélküli löveg esetében.

Valamennyi csőszájfék-típus működésének lényege mindenekelőtt abban rejlik, hogy a csőtengely irányába kiömlő gázmennyiség csökken a lőporgázoknak a csőszájfék nyílásain történő kiáramlása által. Ezáltal kisebbedik a hátrasiklás



3. ábra. A reaktív csőszájjék elve

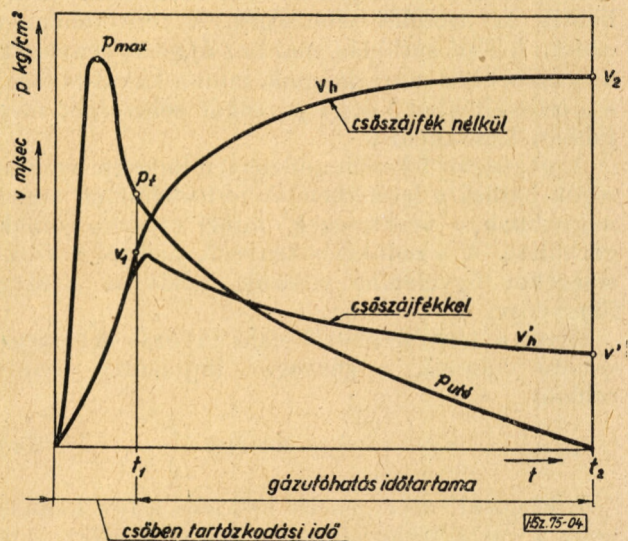
irányába ható reaktív erő. Az aktív-reaktív, úgyszintén a reaktív hatású csőszájfékekben ezenkívül még a hátrasiklással ellentétes irányú reaktív erő is keletkezik.

A Laval-fúvókás belső kiképzésű csőszájfékek esetében a lövedék a lőporgázoktól kiegészítő impulzust kap, miközben a csőszájféken halad át. A fellépő sebességnövekedés itt számottevően nagyobb annál, mint amekkora itt szabad csőtorkolatú lövegeknél az utóhatás okoz.

3. A csőszájfékek elmélete

3.1. A hátrasiklás mozgásegyenletei

A cső hátrasiklása, melyet a zár homlokfelületére ható löporgázok nyomása idéz elő, két, egy-



4. ábra. A hátrasiklási sebesség jelleggörbéje félvezetlen hátrasiklás (v_h) és csőszájkék alkalmazása (v'_h) esetén

mástól határozottan elkülöníthető időszakasz alatt játszódik le.

Az első időszakaszban, amely a lövedék csőben tartózkodási idejének felel meg, a szabad (hátrasiklási fék nélküli) hátrasiklási sebesség zérusról v_1 -re növekszik. A mozgásmennyiségek egyenlőségének tétele alapján tehát felírható, hogy

$$G_h \cdot v_1 = \left(G_{l\ddot{o}v} + \frac{\omega}{2} \right) v \quad (1)$$

ahol G_h a hátrasikló részek súlya (kg), $G_{l\ddot{o}v}$ a lövedék súlya (kg), ω a lőportöltet súlya (kg), végül v a lövedék csőtorkolati sebessége (m/sec).

A kilépő gazok a második időszakaszban, mikor a lövedék már elhagyta a csövet, még növelik a hátrasikló részek sebességét, ha a csőre nincs csőszájfék szerelve. A hátrasikló részek v_2 sebességet érnek el:

$$G_h \cdot v_g = G_{l\ddot{o}v} \cdot v + \omega \cdot w_{k\ddot{o}z} \quad (2)$$

ahol $w_{k\ddot{o}z}$ a gázok közepes sebessége a csőtengely irányában (m/sec).

Ha a hátrasikló részekre csőszájfék van erősítve, akkor abban a pillanatban, amikor a lövedékfenék elhagyta a csőtorkolatot s a csőszájféken áthalad, a lóporgázok egy része nekiütközik a csőszájfék terelőfelületeinek, és a hátrasiklási sebesség csökkenése következik be. A gázkiömlés végén v' hátrasiklási sebesség alakul ki, amely sokkal kisebb lehet, mint akár v_1 , akár v_2 .

3.2. A csőszájfék hatásossága

A fék *hatásosságán* a sebesség csökkenését jelző $\frac{v_2 - v'}{v_2} = \xi$ viszonyszámot értjük.

A kinetikai energia csökkenését pedig a

$$\frac{v_2^2 - v'^2}{v_0^2} = \xi(2 - \xi) \quad (3)$$

összefüggés fejezi ki. Ezt „*energetikai hatásosság*”-nak is nevezhetjük.

Ugyanarra a csőre és fékre vonatkoztatva, a hatásosság nyilvánvalóan a lövedék súlyától és a lőportöltet súlyától is függ. Gyakorlatban 60%-nál nagyobb hatásosságú féket is meg lehet valósítani, ha az $\omega/G_{löv}$ súlyviszonyt elegendő nagyra választjuk; a hatásosságot 100% fölé emelni lehetetlen. Nem lehet a hagyományos lövegek hátrasiklását sem teljesen megszüntetni, még kevésbé azt elérni, hogy a cső előre mozogjon.

3.3. A csőtorkolaton keresztül végbemenő gázkiáramlás vizsgálata

A kérdés vizsgálatakor feltételezzük, hogy a lövegcső helyettesíthető egy konvergens és S_c nyakkeresztmetszetű *fiktív Laval-cső*vel. E fiktív csőben a nyugalomban levő, ω kezdeti súlyú gáztömeg kitágulva az S_c keresztmetszeten p_i nyomással és T_i hőmérsékleten v_o sebességgel lép ki. Ez a sebesség megegyezik a lövedék csőtorko-

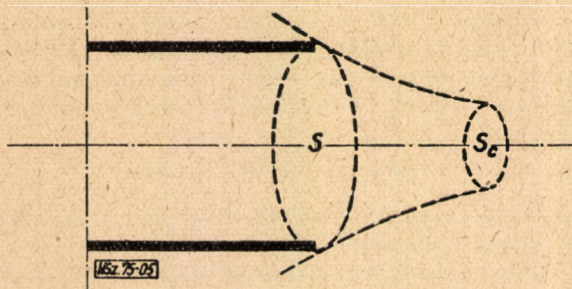
lati sebességével. Így a nyomás változása a gázutóhatás alatt

$$p = p_i \left(1 + \frac{t}{\Theta} \right)^{-10} \quad (4)$$

A (4) kifejezésben szereplő

$$\Theta = \frac{0,1227}{\sqrt{p_i \cdot u_1}} \cdot \frac{U}{S}$$

ahol p_i a fiktív nyomás, mely nagyobb a csőben levő valóságos nyomásnál, a nyugalomban levő gáztömeg feltételezése és a valóságos mozgásban levő



5. ábra. Fiktív Laval-cső

lőporgázok kezdeti viszonyainak különbözősége miatt (kg/m^2), u_1 a p_i nyomáshoz tartozó fajlagos gáztérfogat (kg/m^3), U a csőfurat teljes köbtartalma (m^3), S a csőfurat torkolati keresztmetszete (m^2).

A csőben levő gáztömeg súlya

$$\omega = \omega_i \left(1 + \frac{t}{\Theta} \right)^{-8}$$

a gázutóhatás időtartama:

$$\tau = \Theta (p_i^{0,1} - 1).$$

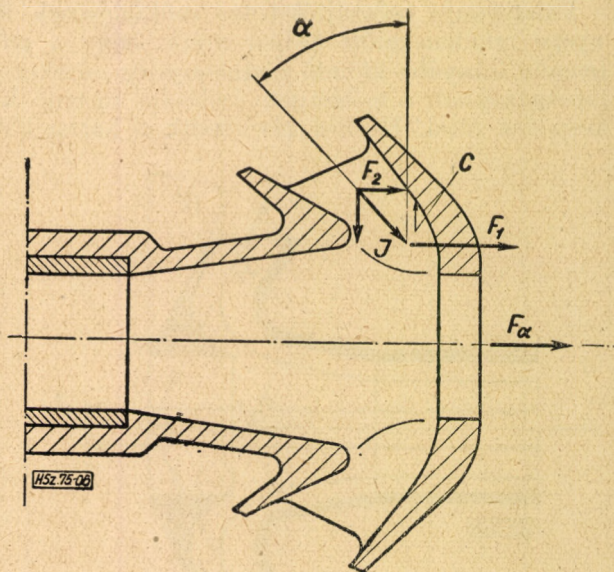
3.4. A térítőfelületen előálló gázsugár-fékezőimpulzus kiszámítása

Ha a táguló fúvókából távozó gázsugár útjába helyezzük a C térítőfelületet, akkor a gázsugár ezen megtörik s a csőtengelyre vont merőlegessel α szöget alkotó kétoldali kilépőnyíláson fog az ütközött és eltérített gáztömeg kiáramlani. Feltételezve, hogy a gázsűrűsítés következtében sem a gázsugárban, sem a térítőfelületen nem lép fel sebességvesztés, akkor a gázsugár impulzusa:

$$\begin{aligned} F_a &= F_1 + F_2 = \sum_{t_1}^{\tau} (1 + \sin \alpha) \frac{dM}{dt} = \\ &= \sum_{t_1}^{\tau} (1 + \sin \alpha) \frac{w}{g} \frac{d\omega}{dt}. \end{aligned} \quad (5)$$

A másodpercenként kilépő gázsúly $I = \frac{d\omega}{dt}$ helyettesítésével

$$F_a = \sum_{t_1}^{\tau} (1 + \sin \alpha) w \frac{I}{g}. \quad (5a)$$



6. ábra. Az aktív-reaktív csőszájfékben fellépő erőhatások

Aktív csőszájfék esetében, $\alpha = 0$

$$F_{a=0} = \frac{dM}{dt} = w \frac{I}{g} \quad (5b)$$

ahol

$$w = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot p \cdot u}{1,25} \left[1 - \left(\frac{p}{p_a} \right)^{-1,25} \right]}.$$

3.5. A csőszájfék valóságos működése

Vizsgáljunk meg egy olyan aktív-reaktív csőszájfékkel, amely egymárá és egyfokozatú. A valóságos működés az előzőekben vizsgált ideális esetekhez képest sokkalta bonyolultabb. Vegyük egymás után sorra azokat a körülményeket, amelyek a valóságban fellépnek és amelyeket az ideális eset tárgyalásakor elhanyagolunk.

a) A gázok sűrűsödése a fúvóka falán és a gázörvénylesek a csőszájfékbe való belépéskor csökkentik az átömlés sebességét. A térítőfelületen ezután fellépő sűrűsödés, majd az új gázörvénylesek még erősebben mutatkoznak, mint a Laval-csőben, s a csőszájfékből kilépő gázsugár sebességét még jobban lecsökkentik.

A gázsugár fékezőimpulzusa mindezen veszteségek hatására lecsökken. A térítőfelületen annál nagyobbak a veszteségek, minél erősebb annak görbülete. A q redukciós tényező, mellyel a veszteségeket figyelembe vesszük, tehát az α szög függvénye.

Mivel a térítőfelületről való távozás sebessége $q \cdot w$ -re változik, a gázsugár impulzusa pontosabban:

$$F_a = (1 + q \cdot \sin \alpha) w \cdot \frac{I}{g}. \quad (5c)$$

b) Elegendő divergenciát kell adni a fúvókának, hogy a gáz a térítőfelülethez érkezése előtt még tökéletesen expandálhasson. Elegendő divergencia a csőszájfék belépőkupjának kb. 14° -os szö-

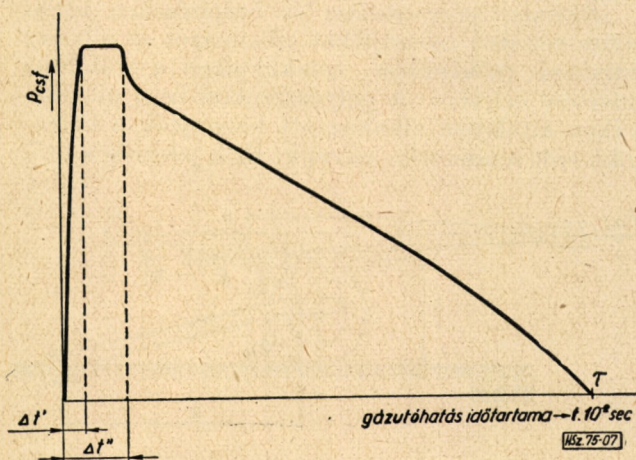
généel adódik. Ha az expanzió már az átömlés kezdetén tökéletes volna, akkor a továbbiakban a gázugár leválna a csőszájfék faláról. Ez a körülmény a hatásfokot számottevő mértékben rontaná. Nem teljes tágulás alkalmával a gázugár viszonylag nagy nyomással halad a Laval-cső végig, s a sűrűlási veszteségek így nem olyan nagymértékűek. Ez esetben a térítőfelületen fellépő ütközés a görbületeknek megfelelő sztatikus és dinamikus nyomást okoz a kilépő gázugárban. A működés itt reaktív jellegű.

A gázturbinákhoz hasonlóképpen a maximális teljesítményt 0,5-es reaktivitásnál érjük el, vagyis amikor a gázugár kinetikus energiája feleakkora, mintha az expanzió teljes lett volna:

$$w^2 = \frac{1}{2} w_a^2. \quad (6)$$

c) A csőszájféken áthaladó lövedék mozgódugaszt alkot. A $d\omega$ súlyú gáz a csőtorkolat elhagyása után két részre oszlik: az egyik rész a lövedék palástja és a Laval-cső belső felülete alkotta gyűrűalakú térbe áramlik ki, a másik pedig igyekszik betölteni a féknek a lövedékfenék által szabaddá tett térfogatát. Az első rész a térítőfelületen ütközik és megkezd a fékezést. A keletkező fékezőerő a zérus és maximum között változik. Legnagyobb értékét akkor veszi fel, amikor az előbb említett körgyűrű keresztmetszet eléri a csőfurat keresztmetszetének nagyságát. A fékezőerő értéke folyamatosan csökken mindaddig, míg a lövedék a csőszájfék torkolatát végérvényesen el nem hagyta.

Ezek szerint tehát, mialatt a lövedék a féken keresztül halad, a gázkiáramlás a térítőfelületről



7. ábra. A csőszájfék-erő változása a gázutóhatás időtartama alatt

egymást követő két periódus alatt játszódik le: az első szakasz ($\Delta t'$) viszonylag rövid, növekvő hatású, a második ($\Delta t''$) pedig nagyjából állandó. A második periódus elején a csőszájfék erő a térítőfelületen maximális. A teljes utóhatás időtartamához viszonyítva a $\Delta t' + \Delta t''$ igen rövid.

Így pl. egy 75 mm-es lövegél, amelyre 30 cm hosszú csőszájfék volt felszerelve és a lövedék (7,24 kg, 1,2 kg töltettel) 655 m/sec sebességgel távozik, a lövedék a csőszájféken való áthaladásának ideje $0,46 \cdot 10^{-3}$ sec, a teljes kiáramlás időtartama $51 \cdot 10^{-3}$ sec, végül a kezdeti torkolati nyomás $4,6 \cdot 10^{-3}$ sec alatt csökken a felére.

Az a gázmegszökés is elhanyagolást jelent, amely a lövedék és a csőszájfék furata közötti játékból adódik.

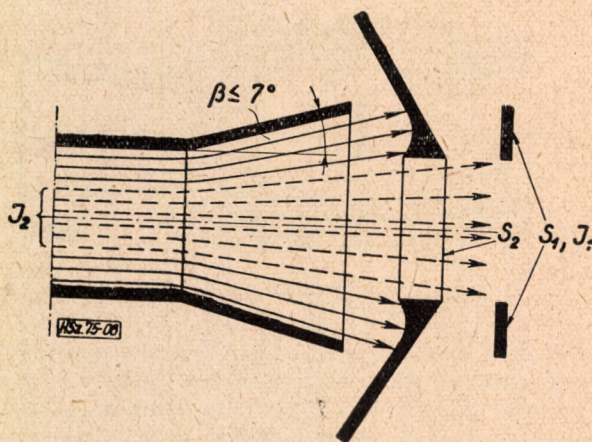
d) Amikor a lövedék kilépett a csőszájfékből, akkor az utána áramló gázmennyiség (y) két részre oszlik: az egyik rész (y_1) a térítőfelületeken át áramlik ki és folytatja a fékezést, a másik (y_2) a fék központi furatán kilépve, az előzővel ellentétesen hat és növeli a hátrasiklás sebességét.

Ha a száj belépőnyílásának éle nincs nagyon távol a csőszájfék fúvókájának végső keresztmetszetétől és ha ennek kúposága nem nagy (oly módon, hogy a gázugár sűrűsége nem változik lényegesen a tengelytől a kerületi részig), akkor megengedhető a parciális kiáramlás következő meghatározási módja:

$$y_1 = y \frac{S_1}{S_1 + S_2} \text{ és } y_2 = y \frac{S_2}{S_1 + S_2} \quad (7)$$

ahol S_1 a térítőfelület aktív része és S_2 a csőszájfék központi furatának felülete.

A gázugár leválásának elkerülését célzó 7° maximális félkúpszöggel szemben az S_1 s következőképpen az y_1 növelése ellentétes követelmény. A csőszájfék szerkezeti hosszát ui. optimális értékben belül kell tartani, részint a lengőrészek súlynövekedésének, részint a csőhossz növekedésének elkerülése céljából. Többkamrás csőszájfék esetében az első fokozat központi furatkeresztmetszetén ütközés nélkül átáramló gázmennyiség oszlik meg, szintén a felületek arányában.



8. ábra. Parciális kiáramlás

A felületek aránya egyben megadja a csőszájfék volumetrikus hatásfokát is. Egykamrás csőszájfékre ez a hatásfok:

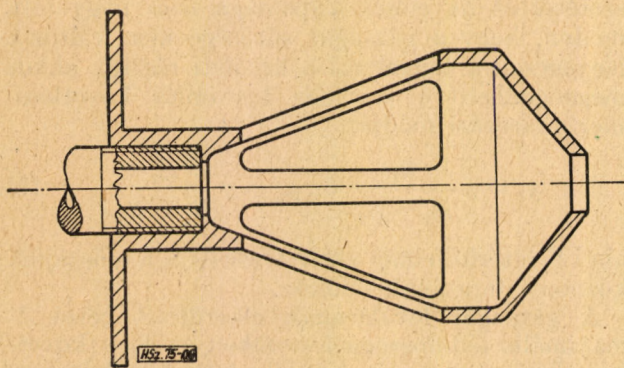
$$\eta_{vol} = \frac{S_1}{S_1 + S_2} 100 (\%) \quad (8)$$

A csőszájfékek hatásfokát célszerű időszakos

számítással meghatározni, a felvett rövid ($2-5, 10^{-3}$ sec) szakaszokon belül a gáz jellemzőinek közepes értékével számolva. A csőszájfék fékezőerejének nagyságrendjéről meg kell említenünk, hogy igen nagy erőhatások adódnak, különösen a gázutóhatás első, öt-nyolc ezredmásodpercében. Így pl. a már említett 75 mm űrméretű löveg esetében a maximális csőszájfék-erő 66 t.

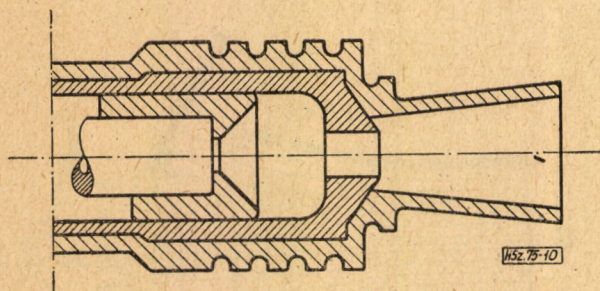
4. A csőszájfék alkalmazása gyalogsági fegyvereken

A csőszájfékek aktív típusait a *gyalog-sági fegyvereken* szél-tében-hosszában használják a hátrahatás csökkentésére. A gyalogsági fegyvereken alkalmazott csőszájfékek hatásfoka a legtöbb esetben



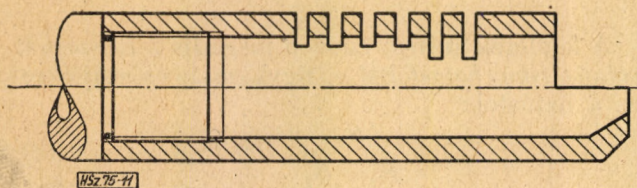
9. ábra. A DSK géppuska csőszájféke

25–60%-ig terjed. Itt igen nagy a csőszájfékek gyakorlati jelentősége, mivel lehetővé teszik az állvány súlyának lényeges csökkentését és számottevő mértékben javítják meg a fegyver szórás-



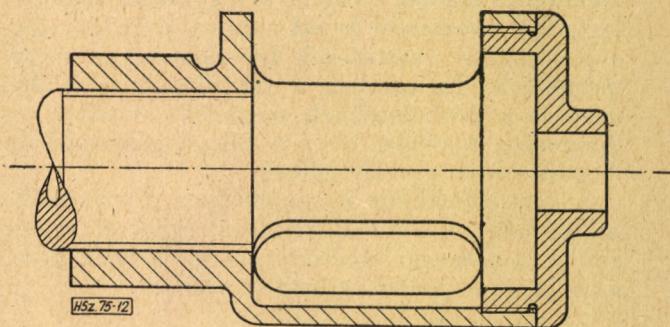
10. ábra. Az MG-34 géppuska csőszájféke

képét. A viszonylag rövidcsövű gyalogsági fegyvereken ritkán alkalmazzák a fékek reaktív és aktív-reaktív típusát, mert e típusok kezelőik egészségét és testi épségét veszélyeztetik. A 9. ábrán vázolt



11. ábra. A Reising-géppisztoly csőszájféke

csőszájfék baloldalán látható terelőtárcsa arra van hivatva, hogy az elülső kúpos felületről visszaverődött lőporgázok káros hatásától mentesítse a lövészt. Ez a káros hatás az esetek többségében



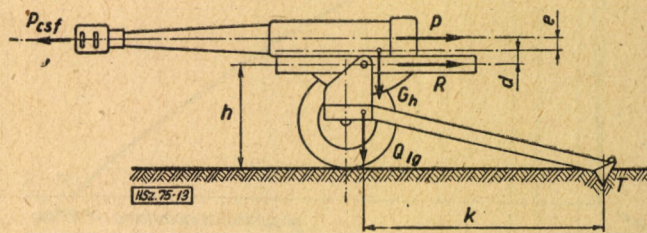
12. ábra. A Simonov-karabély csőszájféke

korlátozza a csőszájfékek alkalmazását, vagy hatásosságának növelését.

Ha a fegyver a tüzelés alkalmával felfelé ugrik, akkor aszimmetrikusan elhelyezett kivágású csőszájféket alkalmaznak (11., 12. ábra). Az ilyen kompenzátoros-fék megoldás különösen a sorozatlövő fegyverek esetében hatásos, mert a felfelé mozgás lövéskor főként e fegyvertípusoknál jelentkezik. A kivágások nagyságát és elhelyezési szögét többnyire kísérleti úton határozzák meg.

Az olyan rendszerű csőszájfékekénél, amelyeken alul nincs kivágás, vagy legfeljebb csak csökkentett mértékű, alacsony röppályájú lövonalt esetén egyidejűleg csökken a lőporgázok által felvert és a géppuskát vagy a golyószórót körülvevő porfüggöny. Ez nagymértékben megnehezíti az irányított tüzelést és felhívja az ellenség figyelmét a fegyver tüzelőállásának helyére.

Állványos géppuskák és beépítéseken többnyire célszerű csőszájféket alkalmazni az állvány súlyának csökkentése, nemkülönben a stabilitás növelése céljából. A golyószórókon és a géppuskák általánosan alkalmazott lángrejtők a hátrahatoló erőt rendszerint növelik. Ez a jelenség a cső-



13. ábra. A terpesztalpas löveg stabilitása

furatból kiáramló lőporgázok által a lángrejtő belső felületére gyakorolt reaktív hatással magyarázható. A tapasztalatok szerint típusától, szerkezeti megoldásától függően a lángrejtő 9–30%-kal növelheti a fegyver hátrasiklási energiáját. Olyankor, amikor a lángrejtő használata elkerülhetetlen és nem engedhető meg a hátrahatás növelése, célszerű a lángrejtőt a csőszájfékekkel egyesíteni.

5. A csőszájfék alkalmazása lövegeken

5.1. A tűzéségi csőszájfék alkalmazásának szempontjai

Tűzéségi lövegek esetében a csőszájféknek igen nagy a szerepe a hátrasiklási energia és ezzel kapcsolatosan a lövegsúly csökkentésében, vagy — azonos súlyt véve alapul — a torkolati energia növelésében. Tábori lövegeken s különösen a páncéltörő ágyúkon igen kiterjedt mértékben hasznosítják a csőszájfék stabilizáló hatását.

A stabilitás feltétele

$$P \cdot e + R \cdot h < Q \cdot k - G_h \cdot X_h \cdot \cos \varphi \quad (9)$$

ahol P a záron keresztül átadódó hátraható erő (kg); e a csőtengely és a hátrasikló részek súlyvonala közötti távolság (cm); R a hátrasiklást fékező erők (folyadékfék, helyretoló, súrlódó erők) (kg); h tüzélmagasság (cm); Q a löveg súlya (kg); k a löveg súlyvonala és a talptusa közötti távolság (cm); G_h a hátrasikló részek súlya (kg); X_h a hátrasiklási hossz (cm); végül φ az emelkedés szöge.

Ha csőszájféket alkalmazunk, akkor a lövés alkalmával a csőszájfék erővel arányos stabilizáló nyomaték lép fel. Ez csökkenti a lövegugrás lehetőségét, mert ellentétes értelemben hat a borítónyomatékot előidéző erőhatásokkal ($P \cdot e + R \cdot h$ val). Ennek alapján a lövegugrás kiküszöbölése kisebb lövegsúllyal és szerkezeti mérettel lehetséges.

Hasonlóképpen előnyös a csőszájfék hatása nemcsak terpesztalpas lövegszerkezeteken, hanem keresztalpas és beépített lövegtípusokon is. Keresztalpas lövegeken csökkenti a fékerő-szükségletet és a talpak igénybevételét. A csőszájfék alkalmazása beépített lövegtípusokon már csak azért is kedvező, mert optimális hátrasikló súlya és folyadékfékező-szükséglete folytán rövid hátrasiklási hossz adódik, erre pedig pl. egy harkocsi lövegnél a helyszükséglet és tűzgyorsaság miatt elengedhetetlenül szükség van.

A csőszájfék ezenkívül mint lengéscsillapító is működik. A csőtengelyben ható, hátrasiklást eredményező erő ui. a bölcsochapok körül a lengőrészt a magassági irányzó gép fogasgerendelyének elcsavarása révén lengésbe hozza. Ez a jelenség, különösen automata, sorozatlövő lövegeken észlelhető fokozott mértékben. Nyilvánvaló, hogy a csőszájfék alkalmazásával a hátraható erő csökken s így kisebb lesz az általa okozott lengés is.

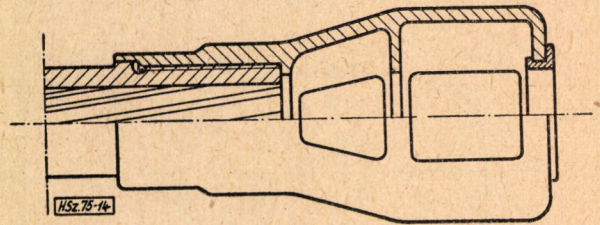
A tűzéségi csőszájfék iránt az alábbi általános követelményeket támasztjuk:

- a) alkalmazása ne veszélyeztesse a kezelőszemélyzetet, a fegyver tüzelés alatti kiszolgálását ne tegye kényelmetlenné;
- b) gázelvétele ellenére se csökkentse lényegesen a lövedék kezdősebességét;
- c) csökkentse a torkolatlángot;
- d) a torkolati porfelverés csökkentése által könnyítse meg a célzást (közvetlen irányzásnál);
- e) súlyával lényegesen ne növelje meg a löveg súlyát;

f) gyártása ne okozzon technológiai nehézségeket, ne igényeljen különleges anyagot.

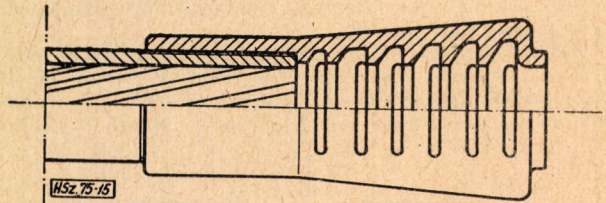
5.2. Néhány tűzéségi csőszájfék-megoldás

A 14. ábrán látható a 76 mm-es pct. ágyú csőszájféke. Ez kétkamrás, aktív csőszájfék. Körgyűrűs ütköző felületei vannak, melyek síkja a csőtengelyre merőleges. A lövedék



14. ábra. A 76 mm-es 42. M. pct. löveg csőszájféke

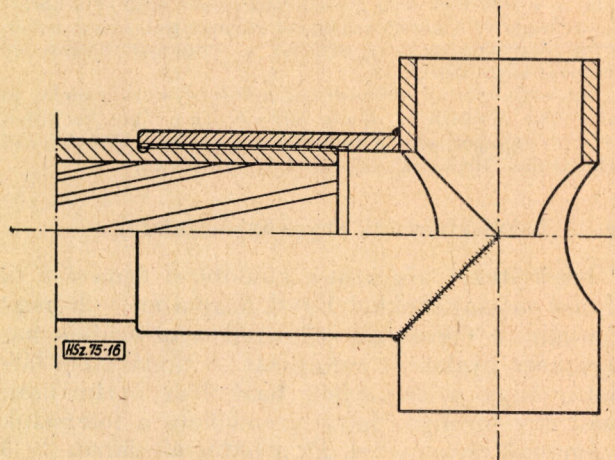
után a csőtorkolaton kiáramló löporgázok egy része — a gázsugár tágulása (expandálása) következtében — nagy nyomással és sebességgel nekiütközik az első kamra vagy fokozat körgyűrűs falának, majd távozik a csőszájfék testének oldalnyílásain. A gáztömegnek az ütközésben részt nem vett része a csőszájfék első kamrájának központi furatán át a második kamrába jut. Az előbbihez hasonlóan itt a gáztömeg ismét megoszlik. Egy része beletükközik a kamra gáz-



15. ábra. A 85 mm-es 39. M. lgv. löveg csőszájféke

mozgás irányba eső felületébe és kilép az oldalsó nyílásokon, a másik része pedig a lövedék után haladva, a csőtengely irányában hagyja el a csőszájféket, növelve a hátrasiklási energiát.

A csőszájfék volumetrikus hatásfokát éppen ez a hátrasiklást növelő gáztömeg és a töltet elégeésekor keletkező összes gázmennyiség aránya adja meg. Hasonló módon az egyes fokozatok részhatásfokát a benne ütköző, oldalnyílásán eltávozó és a következő fokozatba lépő gáztömeg aránya jellemzi. A tárgyalt aktív csőszájfék-típus hatásfoka a kialakítástól függően 30—40% között mozog.



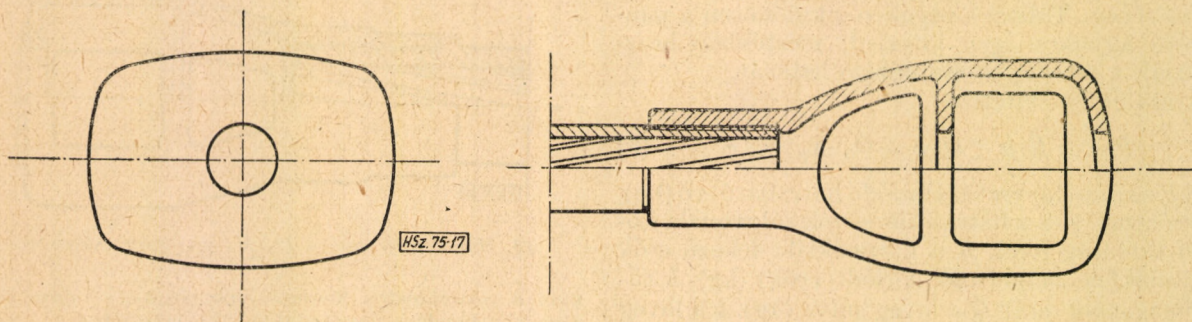
16. ábra. Az Egyesült Államokban alkalmazott hk. löveg csőszájféke

A 15. ábrán vázolt csőszájfék hatkamrás, aktív típus. Nagy fokozatszámát ütköző felületeinek kis méretei indokolják. Hatásfoka azonban még így is eléggé csekély, mintegy 30%, mert a csőszájfék hatásfokának a fokozatok számával való növelése, — mint arról még szólni fogunk — csak bizonyos határokon belül célszerű. A hátrasiklási sebesség csökkentéséhez utána már inkább csak súlynöveléshez járul hozzá, de mindenképpen elhanyagolható mértékben.

Aktív típusú, egykamrás csőszájfékek egy egyszerű megoldását mutatja be a 16. ábra, mely két, egymásra merőlegesen

növekedését eredményezi, és a csőszájfék előállítási költségei indokolatlanul emelkednek. Az aktív típusoknál 3 fokozat kialakításáig érdemes elmenni (19. ábra $\Delta \eta_2$ szerint), az aktív-reaktív konstrukciók harmadik fokozata már csak súlynövelést jelent. A szóbanforgó aktív-reaktív kísérleti csőszájfék reaktivitás-szöge 15° volt.

A kísérletek további tapasztalatai azt mutatták,

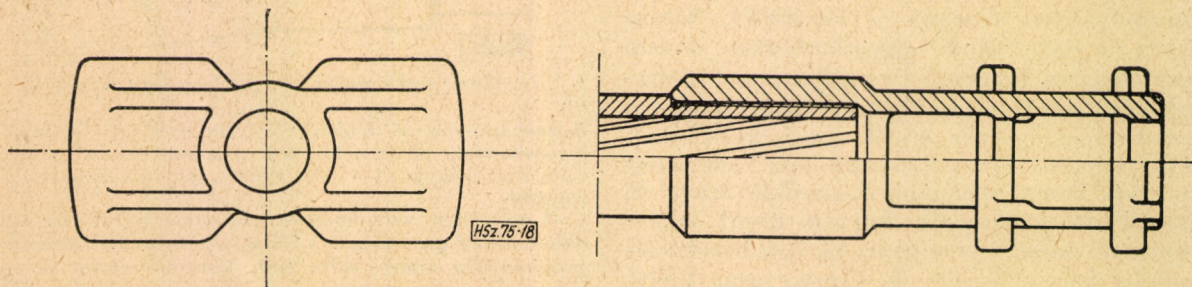


17. ábra. A M 26 típusú 90 mm-es hk. löveg csőszájféke (Egyesült Államok)

összehegesztett, sima csőből álló szerkezetet tüntet fel. A 17. ábrán az aktív-reaktív tüzéségi csőszájfékek egyik megoldását látjuk. A 90 mm-es hk. ágyú csőszájféke két fokozatú konstrukció, kedvezően kialakított, nagyméretű ütközőfelületekkel, melyek kb. 30° -os reaktivitásra vannak görbítve. Hatásfoka igen jó, mintegy 45–50%.

Itt kell megjegyezni, hogy a harcokosi-lövegeken az aktív-reaktív csőszájfék-típusok igen előnyösen alkalmazhatók. Itt ui. a kezelőszemélyzet zárt páncelest védi s így tüzelés közben nincsen kitéve a reaktív gázsugár nyomás- és hőhatá-

hogy igen nagy gondot kell a kilépőnyílások elhelyezésére fordítani. Különösen hosszú csövek esetében az aszimmetrikus oldalnyílások a lövedék ballisztikája és a cső élettartama szempontjából a hátrasikló és a lengő részekben ártalmas lengéseket okoznak. A gyalogsági fegyvereken a hosszabb ágyazás, álló cső stb. miatt elfogadott és indokolt megoldás a kilépőnyílások aszimmet-



18. ábra. A Panhard-harcokosi 75 mm-es lövegének csőszájféke (Franciaország)

sának. Azonban a hatásfok növelése szempontjából oly előnyös reaktivitási szög növelésének határt szab az körülmény, hogy ha a kezelőszemélyzet szempontjából nem is, de a kísérő gyalogság szempontjából a túlságosan hátraterelt gázsugár káros lehet.

Az aktív-reaktív csőszájfékek másik egyszerű vonalú, jó hatásfokú típusa a 18. ábrán látható. Ez a típus kis súlyú és kevés anyagot igénylő megoldás, nagyméretű ütköző-térítő felületekkel. Hatásfoka szintén 50% körül van.

6. A hazai kísérletek egyes tapasztalatai

Kísérleteket végeztünk különböző űrméretű és típusú csőszájfékekkel. Egyik feladatunk volt megvizsgálni a fokozatok számának a csőszájfék hatásfokára gyakorolt befolyását. A táblázatból látható, hogy a csőszájfék hatásfoka optimálisan csak egy bizonyos határig emelhető a fokozatok számának növelésével. Ez a határ általában 2–3 fokozatnál van. A fokozatok számának további növelése csak a súly és a szerkezeti hossz meg-

rikus elhelyezése a csőszájféktesten, ezzel szemben a lövegeken csak indokolt esetben s alapos kísérletek után szabad ezt alkalmazni.

Műszeres mérések eredményei alapján megállapítható, hogy a megfelelő térítőfelületek kialakításával az aktív-reaktív konstrukció reaktivitásszöget $30-35^\circ$ -ig lehet növelni anélkül, hogy a csőszájfék hatása a kezelőszemélyzetre káros volna. Igen lényeges tapasztalat az is, hogy pl. kétfokozatú csőszájfék második kamrájának reaktivitásszöge az első kamráénál ne legyen nagyobb, ill. térítőfelülete ne legyen sokkal szélesebb, ne adjon sokkal hosszabb vezetést a kilépő gázsugárnak. Ellenkező esetben a két különböző irányú gázsugár egymással ütközve a cső mellé sodródik be és a megnövekedett reaktivitás szöge miatt az eredő gázsugár a kezelők szempontjából veszélyes lehet.

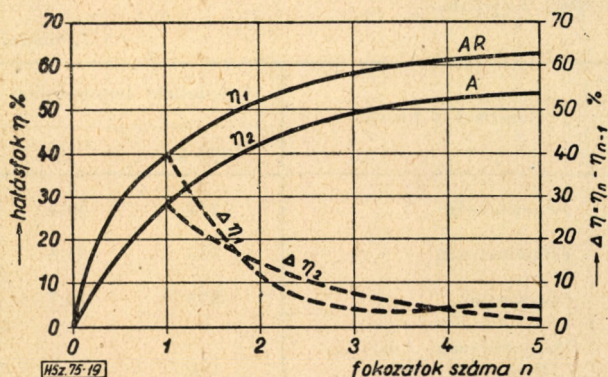
Tisztázatlan kérdés még a térítőfelület görbületének, a kilépőnyílás méreteinek befolyása a cső-

szájfék hatásfokára. Az irodalom szerint minden egyes típusra adott esetben a 20. ábrán feltüntetett kísérleti úton állapítják meg az optimális méreteket és görbületeket. A kísérletek során a vizsgált ütközőfelületű csőszájfék-betétet ingára függesztve

A csőszájfékek fokozatszámának és hatásfokának összefüggése

Fokozatok száma n	aktív-reaktív csőszájfék hatásfoka % $\eta_1 = f(n)$	aktív $\eta_2 = f(n)$	$\eta_1 - \eta_2$ (%)
1	40	27,83	12,17
2	52	41,62	10,38
3	55,2	49,9	5,3
4	59,18	52,72	6,28
5	62,83	53,7	9,13

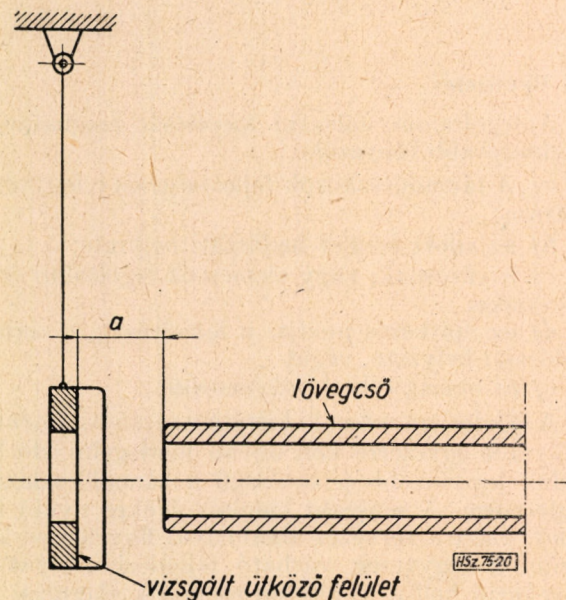
a lövegcső elé helyezik. A csőtorkolati keresztmetszet és az ütközőfelület közötti távolságot (a) változtatva mérik a betét kilengését a lövés után. Ilyenformán kis költséggel, egyszerű módszerrel



19. ábra. Aktív (A) és aktív-reaktív (AR) csőszájfékek hatásfoka a fokozatszám függvényében

állapítható meg a kilépőnyílás szélességi méretének és a felület görbületének legjobb hatásfokot adó értéke.

Jóllehet a haditechnika fejlődésének jelenlegi szakában a rakétafegyverek egyre inkább tért hódítanak, a klasszikus lövegek előreláthatólag még igen sokáig fognak a hadseregek felszerelésé-



20. ábra. Vizsgáló készülék

ben szerepelni. A hagyományos löveganyagot tekintve a manőverezési képesség, a mozgékonyság és a megnövekedett teljesítmény követelményei felveti a csőszájfékek használatának szükségességét, bár a működtetés általános automatizálása a hátrasiklási energia egy részét elfogyasztja.

Irodalom

- [1] Blagonravov: Materialnaja esaszty sztrekovo oruzsija, Moszkva (1946).
- [2] Blagonravov: Osznovanyija projektyirovanyija avtomatyicseszkovo oruzsija, Moszkva (1940).
- [3] Malinovszkij: Osznovanyija projektyirovanyija pulemjotnih sztankov i usztanovok, Moszkva (1940).
- [4] Szerebrjakov: Vnutrennaja ballisztika, Moszkva (1949).
- [5] Larman: Projektyirovanyije i proizvodstvo artyillerijszkijh szisztem. Moszkva (1950).
- [6] Gentil, Mém. Art. Franc. 16—3, 649. (1936).

A légitámadás korszerű eszközeinek hatása az építkezésekre és a légoltalomra

1. Bevezetés

A légoltalom műszaki kiépítését meghatározó legfontosabb tényezők:

- a) A támadóeszközök fejlettsége és a fegyverek hatása;
- b) az adott terület hadászati helyzete;
- c) a városnak, vagy elemeinek légoltalmi érzékenysége;
- d) az építkezés módja, a laksűrűség, a terület földrajzi helyzete, végül
- e) az ország teherbíróképessége.

A légoltalom műszaki kiépítése során valamennyi tényezőt egyszerre kell ugyan mérlegelni, de közülük legfontosabb jelentőségű a támadóeszközök fejlettsége. A műszaki kiépítés évekre nyúló feladat, ezért a tervezés alkalmával figyelembe kell venni a fegyverek várható fejlődési irányát és igyekezni kell a légoltalmi eszközök elavulási tényezőit a lehető legszűkebb keretekre szorítani. Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a gazdaság és iparilag fejlett országok sem tudják hadseregük technikai felszerelését máról holnapra kicserélni, és azt is számításba kell venni, hogy egy új hadianyag kifejlesztése és sorozatgyártása között gyakran nagyobb idő telik el.

2. A lakóterületek elleni légitámadások tapasztalatai

Az elmúlt világháború tapasztalatai bizonyítják, hogy a légitámadás korszerű eszközeivel a nagy laksűrűségű városrészek igen rövid idő alatti teljes megsemmisítése már műszakilag megoldott feladat. Ugyanakkor azonban az is bebizonyosodott, hogy a műszakilag megfelelően kiépített és jól megszervezett légoltalom igen nagymértékben csökkenteni tudja a légitámadás áldozatainak számát. Statisztikai adatok szerint 100 t bomba átlagosan 1200—1700 embert pusztít el, ha a légoltalom nincs kiépítve. A jól működő légoltalom ezt a veszteséget 6—16 főre csökkenti.

Két város példáját említjük meg. Stuttgartban a lakosságot 100%-ra kiépített óvóhelyek oltalmazták, és a városban jól működő és jól felszerelt légoltalmi szervezet működött. A város ellen 55 légitámadást intéztek és ezek során 25 000 t bombát dobtak. A légitámadásoknak mintegy 4000 áldozata volt, vagyis az 500 000 lakos 0,8%-a. Ezzel szemben a 80 000 lakosú Pforzheim város légoltalma nem volt megnyugtatóan kiépítve, a városban nem volt elég óvóhely. Egyetlen légitámadás a riasztás elmulasztása miatt a lakosságot teljesen váratlanul érte. A ledobott 1600 t bomba 25 000 embert ölt meg, vagyis a lakosság 31%-át. E számok is bizonyítják a jól megszervezett és műszakilag kiépített légoltalom fontosságát.

A II. világháborúban a német és japán városok ellen végrehajtott nagyarányú gyújtóbomba-támadások, de a koreai háború napalm-támadásai is területtüzeket, valamint rendkívül nagy pusztítást előidéző tűzorkánokat okoztak; hasonlóképpen igen pusztítók az atombomba-támadások is.

A tűzkatasztrófa létrejöttének számos előfeltétele van. Ezek között döntő jelentőségű az építkezés jellege és módja, nemkülönben a beépítési sűrűség. Az építkezés jellegén az épületek szerkezeti kiépítését értjük, az építkezés módja azt jelenti, hogyan vannak az épületek egymáshoz képest elrendezve, milyen a telepítés, végül a beépítési sűrűség a beépített terület aránya az egész ingatlan-területhez.

Olyan meglévő városrészek esetében, melyek épületeinek nagysága, elrendezése és tűzérzékenysége kedvezőtlen, nem lehet a területtüzet megakadályozni. A tapasztalat szerint ha a városrész nagysága meghaladja a 3 km²-t, akkor megfelelő utólagos támadás után számolni kell a tűzorkán kialakulásával.

A II. világháború támadási stratégiáját vizsgálva az I. táblázatban feltüntetett statisztikai képet kapjuk.

I. táblázat

Bombázott terület	A ledobott bombateher	
	1000 t	%
Németország	1224	50,3
Franciaország	535	21,8
Olaszország	335	13,7
Magyarország, Ausztria, Balkán-félsziget	163	6,7
Egyéb országok	181	7,5

A táblázatban foglaltakból kitűnik, hogy az elmúlt világháborúban hadászati szempontból házánk alárendelt jelentőségű volt.

A bombázások cél szerinti megoszlását a II. táblázatban látjuk.

A táblázat adataihoz hozzá kell fűzni, hogy a közlekedés és az ipar bombázása közvetve a lakosságot is sújtja. Ennek figyelembe vételével megállapíthatjuk, hogy a ledobott bombasúly kb. 80%-a a lakosságnak okozott kárt.

Jóllehet, a háború utolsó évében a német lakóterületek ellen végrehajtott nagyarányú gyújtóbomba-támadások felmérhetetlenül nagy károkat

okoztak, egymagukban azonban nem tudták a német ellenállást megtörni. A jól szervezett légvédelem és ipari légoltalom a legtöbb iparágban sokáig megvédte a termelés folyamatosságát. Csak 1944 elején — egyidőben a légvédelem egyre nagyobb mértékű gyengülésével — állt elő a

II. táblázat

Bombázott cél	A ledobott bombateher	
	1000 t	%
Közlekedés	890	36,3
Lakóterületek	580	23,7
Katonai célok	480	20
Ipar (hadigazdaság)	333	13,7
Vegyes	155	6,3

német termelésben figyelemre méltó kiesés. Felismerve a közlekedési hálózat érzékenységét, a légítámadások ennek megsemmisítésére irányultak. A közlekedés megbomlasztása, párosulva a nyersanyaghiánnyal, az ipari termelés teljes lecsökkenéséhez vezetett. Egészen 1944 nyaráig a közlekedéshálózat elleni támadások által okozott károkat még helyre tudták állítani, az 1944 novemberében kezdődött stratégiai bombázások okozta rombolások kijavításához azonban már nem tudták a németek a szükséges erőket és eszközöket előteremteni.

Hazánk stratégiai helyzete, városaink lazább beépítése és építkezési módja a légvédelmi érzékenység szempontjából a németországinál kedvezőbb.

3. A városépítés légoltalmi problémái

A légoltalom megelőző feladatai közül első helyen áll a helyes városfejlesztés.

Amikor a városépítés légoltalmi kérdéseit tanulmányozzuk, akkor a legfontosabb a támadóeszközök hatásait kellőképpen mérlegelni. E hatások szabják meg a szétválasztás, a tagolás és a széttelepítés (decentralizáció) mértékét. A *szétválasztás* hadifontosságú célpontok célzott bombázásának esetére védi a lakóterület épségét. A *tagolás* az ipari és lakóterületek tűz- és romszakaszoló védősávok beiktatásával egységekre bontását jelenti. Végül a *széttelepítés* fogalmán az országos jelentőségű üzemek, vagy más intézmények decentralizált elhelyezését értjük.

Gyakran gazdasági nehézségekbe ütközik a légoltalomnak az a törekvése, hogy lehetőleg egymástól távol telepítse a városépítési elemeket. Ezért a távolságok elvi megállapítása igen gondos mérlegelést kíván. Helytelen volna a külföldi adatokat lemásolni, mert a hazai viszonyokra az idegen tapasztalatok legtöbbször változtatás nélkül nem alkalmazhatók.

A területfelhasználási és városfejlesztési tervezés alapja az ún. *légoltalmi városanalízis*. Ezzel az eljárással a város egyes területeinek érzékenységét a légítámadásokkal szemben, a laksűrűség lazításának lehetőségét mozgósítás esetére, a tűzérzékenységet, a tűzvédelem tényezőit, a kárfelszámolást vizsgáljuk meg. Mindezek figyelembevételével alakítjuk ki a város területfelhasználási vagy rendezési tervét.

A *telepítési távolság* adatainak megállapításakor a támadás alábbi módjait vesszük figyelembe:

- a) területi tűz kialakítása;
- b) célzott bombázás;
- c) területi bombázás, végül
- d) atombombázás.

a) Azokat a távolsági adatokat, amelyeket a *területi tűz* szempontjából kell figyelembe vennünk, nem lehet elméleti úton megállapítani. E tekintetben csupán az elmúlt háború területi tüzeinek kiértékelésével lehet szabályokat rögzíteni. Ilyen értelemben arra kell törekedni, hogy új városok, lakótelepek tervezésekor a lakóterületi egységek (körzetek, városnegyedek) területe a 100 hektárt, lakossága pedig a 20 000 főt ne lépje túl. A lakóterületi egységeket összefüggő zöld és védősáv-rendszerrel kell egymástól elválasztani, ennek szélessége 50 m-nél kisebb nem lehet. Arra kell törekedni, hogy ez a zöld sáv-rendszer a város beépített területének 50%-át haladja meg.

b) A *célzott bombázással* veszélyeztetett üzemek, műtárgyak, intézmények szétválasztási távolságát a lakóterülettől úgy kell meghatározni, hogy az egyik célpontot érő támadás a másikon csak kisebb rongálódásokat okozhasson. Meg kell tehát állapítani, hogy mekkora az a távolság, amelyen túl a bombarobbanás nem okoz számottevő kárt és a telepítés tervezésekor ezt kell már tekintetbe venni. Ma már az egyedi célok ellen végrehajtott támadások találati valószínűsége közel 100%-ra növekedett és így a valószínűségi eltérés mértéke igen nagy mértékben csökkent.

A *rombolási távolság* függ a bomba fajtájától, súlyától, a robbanóanyagtól, végül a robbanás helyétől. A bomba robbanhat a levegőben, a föld felszínén, vagy a felszín alatt.

A rombolási távolság kiszámításának alapja a lökhullám csúcsnyomásának értéke, amely az adott épületen meghatározott mértékű rongálódást idéz elő. Kísérleti úton megállapították, hogy 1 kg/cm² csúcsnyomás a kárterületen teljes rombolást okoz. Nehéz vasvázak eleszavarnak, vastartók elnyíródnak, általában a földrengésbiztos vasbetonépületeken kívül minden más építmény rombadól.

0,4 kg/cm² csúcsnyomáson súlyos károk lépnek fel. A falazott téglalapületek összedőlnek, kémények leszakadnak, 30 cm vastag betonfalon mély repedések keletkeznek. 0,125 kg/cm² csúcsnyomás okozta károk a közepes kárzónába tartoznak. Faépületek összedőlnek, a téglalapületek válaszfalai, egyes épületszerkezetek nagyobb kárt szenvednek.

0,08 kg/cm² túlnyomáson könnyű károk keletkeznek, főleg a nyílászáró szerkezetek, tetőhéjazatok mennek tönkre, végül 0,03 kg/cm² túlnyomáson csak az ablaküvegek törnek ki.

A csúcsnyomás értékét az alábbi képletből számíthatjuk:

$$P_{\max} = \frac{A}{n} \cdot \frac{G^2}{r_x^2} \quad (\text{kg/m}^2) \quad (1)$$

ahol A a robbanóanyag fajtájától függő állandó (értéke trotilra 500 000, hexogén robbanószerekre 785 000), n a robbanás helyétől függő érték (nagysága földi robbanás esetén 2, légi robbanás alkalmával 4), G a töltet súlya (kg), r_x a robbanási középponttól a vizsgált pontig húzott sugár (m).

Az (1) képletből kitűnik, hogy a csúcsnyomás a távolság négyzetével fordítva arányos. A képletből meghatározott csúcsnyomásokra és bombatöltetekre ki tudjuk számítani a kritikus távolságokat éspedig akár közönséges bomba, akár az atombomba esetében.

A III. táblázat a rombolási övezetek határait tünteti fel a gyakorlatban előforduló rombolóbombák, valamint az 1945-ben japán városok ellen bevetett atombomba esetére. (Ez az ún. közepes méretű vagy névleges atombomba rombolóhatás tekintetében 20 000 t trotilal egyenértékű.)

III. táblázat

Bomba súly kg	Trotil egyen- érték kg	A robbanási központtól, ill. az epicentrumtól mért távolság m			
Romboló- bombák					
100	50	30	25	12	
250	125	40	30	15	
500	250	50	35	20	
1000	500	70	45	30	
2000	1000	90	60	40	
5000	2500	120	85	60	
10000	5000	160	120	80	
20000	10000	200	150	110	
Névleges (közepes méretű) atombomba					
—	20 000 000	1600	1000	200	
Légnyomás		$p = 0,4 \text{ kg/cm}^2$	$p = 1,0 \text{ kg/cm}^2$	$p = 3,0 \text{ kg/cm}^2$	
Hatás az épületekre (magasépítményekre)		Falazott épületek összedőlnek	Vázás épületek összedőlnek	Földrengésbiztos épületek összedőlnek	
Hatása az emberre		Könnyű sérülések	Súlyos sérülések	Halálos esetek	

Annak eldöntésére, hogy milyen távolsági méreteket kell a városépítésben a célzott bombázás szempontjából választani, számításainkban feltételezünk egy bizonyos súlyú rombolóbombátípust, amelyet hazánkban a legfontosabb célok ellen alkalmazhatunk. A lakóterületek ellen használt legnagyobb rombolóbomba 500 kg súlyú. Ez a bomba a III. táblázat szerint $0,4 \text{ kg/cm}^2$

csúcsnyomással 50 m távolságon belül rombolja a falazott épületeket. Ipari célok ellen 2000 kg-os bombával számolhatunk. Ez a bomba 90 m-en belül okoz olyan nagy nyomást, hogy a falazott épületek összedőlnek. Nagyobb bombákat csak kivételesen vetnek be, így ezt az eshetőséget számításban kívül hagyhatjuk.

c) A területi bombázás a légítámadások egyik legáltalánosabb módszere. Ilyen bombázás alkalmával a célterületre igen sok kisebb méretű bombát dobunk oly módon, hogy a ledobott bombák lehetőleg egyenletesen szóródjanak szét. A bombázógép személyzetétől, a célzókészülékektől és a légköri viszonyoktól függ, hogy az egyenletes szóródást mennyire sikerül megvalósítani. Kísérletekből megállapították, hogy

α) a bombák szóródási területe 1000 m magasságon alul ellipszisbe, 1000 méternél nagyobb vetési magasság esetén pedig körbe zárható be;

β) a bombák az ellipszis tengelyéhez viszonyítva szimmetrikusan helyezkednek el;

γ) a középponttól távolodva a találati pontok ritkulnak.

Ha a szóródási kör két egymásra merőleges átmérőjét nyolc-nyolc részre osztjuk, és az így kapott hálót a körre fektetjük, akkor a belső négy kockába a bombák 50%-a, az ezekkel szomszédos tizenkét kockába a találatok 32%-a, a következő sávba 14%, végül a szélső sávba 4% esik. A szóródási kör nagysága függ a bombázógép sebességétől és repülési magasságától. Meghatározására az alábbi képlet szolgál:

$$r = 40 h + 0,4 v \quad (2)$$

ahol r a szóródási kör sugara (m), h a repülési magasság (km) és v a repülési sebesség (km/h).

A területi bombázásokat az elmúlt világháborúban mintegy 6000 m magasságról hajtották végre, 600 km/h utazó sebességgel. A (2) képlet alapján erre az esetre a szóródási kör sugara 480 m. A háború után mind a sebesség, mind a repülési magasság számottevő mértékben növekedett, másrészt azonban a célzó berendezések is tökéletesedtek. Bár a (2) képlet szerint a szóródási kör sugarát meg kellene növelni, azonban a valóságban a megjavult célzás nagyjából kiegyensúlyozza a magasság és a sebesség növekedését.

d) Jóllehet, a védősávok a területtűznek nagy mértékben gátat szabnak, mégis az atombomba romboló hatása ellen a város beépített területén belül védősávok alkalmazásával nem érhetünk célt. A III. táblázat adataiból látjuk, hogy a 20 000 t trotillegetyénértékű atombomba $0,4 \text{ kg/cm}^2$ -es csúcsnyomása a robbanás epicentrumától számított 1600 m távolságon belül a falazott épületeket romba dönti. Ez a távolság a 100 000 t trotillegetyénértékű atombomba esetében már 2800 m. Éppen ezért csupán a rendkívül fontos, veszélyeztetett ipartelepeket tudjuk a lakóterületektől ezeken a távolságokon túl telepíteni. Ilyenkor viszont olyan nagymértékű elválasztásra törekszünk, hogy az atombomba robbanásakor várható csúcsnyomás ne haladja túl a $0,1 \text{ kg/cm}^2$ értéket. Ez a tégláépületek könnyű rongálódásának határa, amely közepes méretű atombombánál már meghaladja az 5 km-t.

Ha egy atombomba robbanási energiáját, rombolási adatait ismerjük, akkor igen egyszerű mó-

don bármely más atombomba rombolási hatásadatai is kiszámíthatók. Erre az alábbi képlet szolgál:

$$\frac{r}{r_o} = \sqrt[3]{\frac{W}{W_o}} \quad (3)$$

ahol W_o az ismert robbanási energiájú atombomba hatásának nagysága, W a másik atombomba megfelelő hatása, r_o az ismert atombomba adott romboló hatásának hatókörzetének sugara, r pedig ugyanez a másik atombomba esetében.

A IV. táblázatban feltüntetett kárterületek sugara a (3) képletnek felel meg. E táblázatban a 20 000 t trotilagyértékű névleges atombomba robbanási energiáját x -szel jelöljük és ehhez viszonyítjuk a nagyobb atom- és hidrogénbombákat.

drágulna. A vázas toronyépület légnyomás szempontjából elfogadható ugyan, de a romképződés szempontjából előnytelen, a riasztás nem hajtható kedvezően végre, főként azonban az óvóhelyek alapterülete igen szűkös. Légoltalmi szempontból rendkívül előnyös az a vázas épületforma, amelyben megfelelő óvóhely alapterület alakítható ki és a benne tartózkodók rövid idő alatt riaszthatók.

Sajnálatos módon az előregyártott elemeket felhasználó építkezési mód a légoltalomra nem kedvező. Az épületek előregyártott fődém- és homlokzat-elemei igen gyakran olyan lazán kapcsolódnak egymáshoz, hogy erősebb légnyomásokra vagy földlökésekre kártyavárként omlanak össze. Az óvóhelyet úgy kell felfogni, mint az épület alatt levő rendkívül erős, tökéletesen lezárható szekrényt, mely az épületet ért minden hatásnak ellen tud állani és amelyből védetten ki lehet bújni. E szempontoknak leginkább a monolit vasbeton szerkezetek felelnek meg, ezért az óvóhelyek építésében az

IV. táblázat

A kárterület jellemzése		(x) 20 000	(5 x) 100 000	(10 x) 200 000	(100 x) 20 000 000
Kritikus túlnyomás kg/cm ²	A kárterületet jellemző rombolás	t trotilagyértékű bomba kárterületének sugara m			
1,0	Teljes rombolás: vázás épületek összedőlnek	1000	1700	2200	10 000
0,4	Súlyos károk: téglaépületek összedőlnek	1600	2800	3500	16 000
0,125	Közepes károk: faépületek összedőlnek	3200	5500	6900	32 000
0,08	Könnyű károk: nyílászárók, tetőhéjazatok sérülése	5000	8500	10 800	50 000
0,03	Ablaküveg-károk	10 000	17 000	21 500	100 000

A táblázat adatai természetesen elsősorban elméleti jelentőségűek, mert a robbanások alkalmával fellépő legkülönbözőbb tényezők a nyomásértékeket igen nagymértékben befolyásolhatják. A terep domborzata, úgyszintén a visszaverődés (reflexió) nagyobb épületekről meglepő hatásváltozásokat idéznek elő; ezeket csaknem lehetetlen előre meghatározni.

4. Az építkezés légoltalmi szempontjai

Egy sereg kísérlet bizonyítja, hogy a légítámadás korszerű eszközei hatásának legjobban a vasbetonvázás épületek állnak ellent. A földrengésbiztos vasbeton-szerkezetek 3 kg/cm²-es túlnyomást is kibírnak. A háborús károk csökkentése céljából új építkezéseknél bizonyos mértékig a vázas szerkezetű épületeket kell még akkor is előnyben részesíteni, ha ezáltal az építkezés meg-

előregyártott elemek ma még nem jönnek tekintetbe. Megoldásra vár, hogyan lehet az óvóhelyek szerkezeteit előregyártás útján beépíteni. Az előregyártott fődémekkel kapcsolatban már vannak eredmények.

Az építkezésben általában arra kell törekedni, hogy a tűzveszélyt a lehető legkisebb mértékűre csökkentsük a szerkezetek merevítése, valamint éghetetlen anyagok minél szélesebb körű felhasználása által. A légoltalmi követelmények ezért a tűzrendészeti szempontokat kiemelik.

5. A városrendezés légoltalmi alapelvei

Az eddig ismertettek alapján az alábbiakban foglalhatjuk össze azokat a legfontosabb városrendezési elveket, amelyeket légoltalmi szempontból a városok tervezése alkalmával szem előtt kell tartani. Ezek a következők:

a) Meg kell szabni a városok területének és

lakossága számbeli növekedésének határát. Ezt új városok esetében 50 000 főben célszerű megállapítani. Korlátozni kell emellett a nagyobb városok lakosságának további növekedését is.

b) A városok lakóterületét legalább 50 m széles védősávok beiktatásával tagolni kell és csökkenteni a gazdaságosság határáig a beépítést és a laksűrűséget. Az elfogadható laksűrűség felső határa hektáronként 500 fő.

c) A lakóterületet el kell választani a célzott bombázás veszélyének kitett ipartelepektől, téherpályaudvaroktól stb. A lakóterületet védő övezettel kell körülvenni; ennek szélessége 50–1500 m között legyen.

d) Atomveszélyeztetett városok távlati fejlesztésében az új összefüggő lakóterületeket a város kiépített területén kívül, attól legalább 10 km távolságra összefüggő telepítésben, legfeljebb 3 km² területben célszerű megállapítani.

e) Új atomveszélyeztetett ipari körzetek létesítésekor ajánlatos 30 km-es távolságot szem előtt tartani. Az ehhez csatlakozó lakóterületet legalább 5 km széles védősávval kell elválasztani.

f) Kerülni kell az országos fontosságú közintézmények, hivatalok egy helyre összevont telepítését.

g) A város forgalmi úthálózata minden körülmények között biztosítsa az átmenő forgalmat. Előnyös, ha a távolsági forgalmi utak a város lakóterületét elkerülik.

h) A közművek és általában az ipar decentralizálására, a hálózatok többirányú táplálására kell törekedni.

A városrendezés légoltalmi alapelvei úgyszólván teljesen azonosak a szocialista városépítés elveivel. A korszerű városrendezés területén találkozunk a háború pusztításai elleni oltalomra törekvés a tömegek igyekezetével, amikor emberhez méltó otthont akarnak. A korszerű építkezések kielégítik a légoltalom követeléseit is.

6. A légoltalom új feladatai

A nagyhatású légítámadási eszközök, úgyszintén az irányított lövedékek bevetésének lehetősége a légoltalmat az eddigieknél sokkal nagyobb, új feladatok elé állítja. A nagy károk felszámolása igen erős egységeket kíván és ez a feladat aligha oldható meg egyes-egyedül a polgári mentőszervezetek útján, hanem a fegyveres erők műszaki alakulatait is igénybe veszi. Ezeket az erőket döntő mértékben a veszélyeztetett városok kívül eső, romosodásmentes útvonalról kell bevetni.

Ez az elgondolás a készütségi helyek hálózatának áttervezését, de általában a légoltalom gyökeres átszervezését is maga után vonja.

A figyelő- és felderítőszolgálatnak be kell rendezkednie a területtüzek felderítésére is. Ez csakis korszerű eszközökkel, elsősorban helikopterek útján lehetséges. A figyelőhálózatot módosítani kell, ritkább, de biztosabb helyen felállított figyelőhelyek kiépítésével, és be kell rendezkedni az atomrobbanási epicentrum meghatározására is. A tűzoltóságot alkalmassá kell tenni a területtüzek kiterjedésének megfékezésére. Gondoskodni kell ezért a tűzoltóság megfelelő feltöltéséről, kiképzéséről és a szükséges eszközökkel való felszereléséről háború esetére.

Az egészségügyi feladatok jelentős mértékben megnövekedtek, ezért a segélyhely és mentőállomáshálózat további kiépítését át kell tervezni, gondoskodni kell megfelelő távolságban nagyszámú szükségkórházról. A korszerű háborúban eddig ismeretlen helyzetek adódhatnak elő. Tízezer tömegeket kell egyszerre orvosi segélyhez juttatni, járványokat megfékezni stb. Minderre az egészségügyi igazgatásnak már béke idején fel kell készülnie.

Ezek a lehetőségek szükségessé teszik mozgósítás esetére a sűrűn lakott városrészek laksűrűségének csökkentését. Emellett az óvóhelyeket alkalmassá kell tenni arra, hogy bennük hosszú időn át lehessen tartózkodni és a menekülési úthálózatokat, főleg nagy városok belterületein ki kell építeni.

Se szeri, se száma azoknak a védelmi intézkedéseknek, amelyeket a vegyi, biológiai és a sugárzó harcanyagok alkalmazása a légoltalomtól megkövetel. Megállapíthatjuk azonban, hogy ha ismerjük a támadó fegyvereket, akkor meg lehet találni az oltalmat, ki lehet építeni a védekezést is ellenük. A korszerű tömegpusztító fegyverek pusztításai ellen is van védelem. Előfordulhat, hogy egy-egy nagy támadás után a város sokszor jelentős területei pusztulnak el. A legfontosabb érték, az emberélet azonban megmenthető és ez nem kis mértékben a légoltalom műszaki kiépítésén múlik.

Irodalom

[1] B. M. Légoltalom Orsz. Psága: Légoltalmi műszaki ismeretek, Budapest (1955).

[2] Közlekedés- és Közlekedésepítéstud. Egyes. légoltalmi munkabizottsága: Tanulmányterv a légoltalom tűzvédelmre Kézirat, Budapest (1956).

[3] The Effects of Atomic Weapons, Washington (1950).

[4] Bundesmin. d. Innern: Grundfragen d. Zivilen Luftschutzes, Koblenz (1953).

A tranzisztorok alkalmazása a haditechnikában

A korszerű tudomány és technika legidősebb problémái közé tartozik a félvezetők alkalmazása. A félvezetők segítségével többek között megvalósítható az elektromos energia erősítése, a villamos váltófeszültség egyenirányítása, a hő- és fényenergia közvetlen átalakítása villamos energiává.

A félvezetőkkel készült *tranzisztorok* energia fogyasztása rendkívül csekély, ezért alkalmazásukkal lehetséges az elektronikus berendezések súlyának és méreteinek csökkentése. Egy sereg feladat tranzisztorok és kristálydiódák alkalmazása nélkül megoldhatatlan.

A tranzisztorok nagy jelentőségűek a haditechnikában. A csapatoknál és magasabb egységeknél, különösen a légierőknél, a páncélos és gépesített csapatoknál nagymennyiségű, különféle elektronikus berendezéseket alkalmaznak (rádió és rádiólokációs technika, számoló és egyenletmegoldó gépek, inframűszerek, közelségi gyújtók stb.).

Az elektronikus berendezések legfontosabb elemei a rádiócsövek. Ezek mechanikai szilárdsága korlátozott, tulajdonságai változékonyak, energiafogyasztásuk nagy. Az elektronikus haditechnikai eszközök iránt nehéz követelményeket támasztanak az alkalmazás körülményei: nagyfokú üzembiztonság, mechanikai tartósság, állékonyosság rázással, ejtéssel, nedvességgel szemben, a paraméterek stabilitásának biztosítása a légköri nyomás és a hőmérséklet változása esetén, radioaktív sugárzás közben. Nem könnyű feladat a csövekben felszabadult hőmennyiségek elvezetése, ugyanakkor kis méretek és súly biztosítása.

Az elektronikus berendezések a haditechnikai követelmények fokozódásával egyre bonyolultabbá válnak, egyre több rádiócsövet igényelnek. Vannak olyan elektronikus készülékek, amelyekben a csövek száma nem nagy (1–10), pl. adóvevők, erősítők, vívőfrekvenciás berendezések, de vannak olyanok is, amelyekben száz-, sőt ezerszámra fordulnak elő e nem stabil, igen nagy energiát igénylő elemek, pl. rádiólokátorok, számológépek stb. Az amerikai kísérletek szerint a repülőtechnika elektronikus műszerei összes meghibásodásának 64%-a a csövek hibái következtében áll elő. A békeidő statisztikái adatai szerint e készülékek zavartalan üzemideje nem több, mint 15–30 óra. Angol források szerint az elektronikus készülékek összes hibáinak 45–55%-a származik a csövekből. Tehát a csövek számának növekedtével erősen csökken egy adott berendezés üzembiztonsága, más szóval annak az időtartamnak valószínűsége, amely alatt hibásodás nem lép fel.

Az említett hibák leküzdése céljából töreksenek a rádiócsövek minőségét

megjavítani, méreteiket csökkenteni, energiafogyasztásukat leszorítani, valamint olyan konstrukciókat kialakítani, amely könnyen cserélhető, kevés elektroncsövet tartalmazó működési egységeket alkotó építőelemekre van bontva.

Ugyanakkor egyre nagyobb mértékben kezdik a csöveket részben tranzisztorokkal helyettesíteni, valamint miniatűr alkatrészeket és nyomtatott áramköröket alkalmazni.

A továbbiakban megvizsgáljuk a tranzisztorok és a segítségükkel épített készülékek tulajdonságait. Néhány példán megmutatjuk, milyen előnyt jelentenek a tranzisztorok a haditechnikai eszközök konstrukciójában. Végül megvilágítjuk a félvezetők haditechnikai alkalmazásának távlatait.

*

A különféle kémiai elemek vezetőképeségének tanulmányozása azt mutatta, hogy a vezetők és szigetelők között található egy átmeneti, ún. *félvezető* elemcsoport. (A Mengyelejev-féle periódusos rendszer IV. csoportjának elemei.) Ezek közül jellegzetes a germánium és a szilícium. Az elektromos vezetés mechanizmusa a vezetőkben oly módon megy végbe, hogy a töltéseket potenciálkülönbség hatására az elektronok szállítják. A félvezetőkben negatív és pozitív töltések mozgása lehetséges. A töltéshordozók az *elektronok* és az ún. *lyukak*. Mind a pozitív, mind a negatív töltéshordozók egyidejűleg jelen lehetnek, de számuk nem egyforma. A töltéshordozók fajtájának és mennyiségének befolyásolása a félvezető meghatározott hőmérsékleten történő kezelésével, vagy meghatározott arányban adalékanyagok hozzáadásával, vagy e két módszer kombinálásával lehetséges. Ha a töltéshordozást negatív részecskék, azaz elektronok végzik, akkor a félvezetőt *n* típusúnak, ha a töltéshordozást látszólag pozitív részecskék, azaz a lyukak végzik, akkor *p* típusúnak nevezik.

Magyarázzuk meg e fogalmakat a germánium példáján. A germánium legkülső elektronhéján négy ún. vegyértékelektron helyezkedik el. Ezek az elektronok kémiai kötés esetén a germániummal vegyülő elemek atomjainak külső héjába lépnek be. A tiszta germánium, szennyeződés nélkül, egymáshoz kapcsolódó elektronkötéseivel (nagyon kis hőmérsékleten) szigetelő. Ha germániumhoz a periódusos rendszer V. csoportjába tartozó antimonot keverünk, akkor *n* típusú vezetés áll elő. Az antimon és germánium kötése alkalmazható. mindkét elem külső elektronjai közül négy-négy vesz részt, mivel az elektronhéjon nyolc elektron helyezkedik el. Fennmarad tehát egy szabad elektron, mint negatív töltéshordozó.

Ha az adalékanyag például indium, vagyis olyan elem, melynek három vegyértékelektronja van, akkor a kötés alkalmával a közös külső héjon csak hét elektron lesz. Így a rendszer nem stabilis, mert igyekszik valahonnan egy további elektront befogni. Honnan veheti ezt? A szomszédos molekuláktól. Ha tehát megfelelő polaritású feszültséggel gondoskodunk arról, hogy a kristályléc végén elhelyezkedett molekulából egy elektron kilépjen, akkor ez átmegy a szomszédosba, majd pedig innen tovább, míg meg nem érkezik a kristályléc túlsó végére. Más szemléleti móddal ez annyit jelent, hogy az egy elektron-hiány végighalad a kristályléc molekuláin, az előbbi irányval ellentétesen. Ez az ún. lyuk-vezetés. Jelen esetben tehát a félvezető *p* típusú.

A vezetés mechanizmusa megköveteli szabad elektronok és szabad lyukak létezését. A töltéshordozóknak zónák útján történő megfelelő kialakításával egyenirányító hatást lehet létrehozni. Így pl. *p-n* átmenet alkalmazásával a rákapsolt váltófeszültség hatására a polaritástól függően folyik vagy nem folyik áram (csak igen kis mértékben). Hasonló effektus áll elő fémcsúcsok és félvezetők, pl. platina-germánium, nikkel-szilícium pontszerű érintkezésénél.

Az átmenetek megfelelő kombinálásával lehetséges *feszültség*, ill. *teljesítményerősítést* létrehozni. A *p-n-p* átmenetekből előállított tranzisztor működési mechanizmusa a triódához hasonlít. (Ezért is nevezik a tranzisztorot kristálytriódának.) A *p-n-p* átmenetekből előállított kristály egyik vége az ún. *emitter*, a másik vége a *kollektor*, az *n* réteg pedig a *bázis*.

Az emitter és a bázis közé kapcsolt váltófeszültség hatására a bázisból lyukak lépnek ki, áramot hoznak létre a bázis és a kollektor között. A két áramkörön átfolyó áramok nagysága azonos, a körök ellenállása azonban különbözik, így feszültség, vagy pedig teljesítményerősítés áll elő. A feszültségerősítés tényezője tranzisztoroknál ezres nagyságrendű lehet.

A félvezetők közül a legáltalánosabban a szelént, majd a germániumot alkalmazzák. Kísérleteznek szilíciummal és különféle intermetallikus vegyületekkel is.

*

A haditechnikában alkalmazott elektronikus berendezések elektroncsöveit helyettesítő tranzisztorok előnyös tulajdonsága: a kis méret, a nagyfokú elektromos stabilitás és a mechanikai állékonyság, ezért nagy az élettartamuk és megbízhatóságuk. A kedvező tulajdonságok a kis méretekből és a geometriai elrendezésből adódnak. Pl. egy tranzisztor, felépítését tekintve, 2.3.0,1 mm méretű germánium vagy szilícium-lapocskára, milliméternél lényeg-

gesen kisebb, ráömlesztett elektródákkal, 50–100 μ vastag hozzávezetésekkel. A tranzisztor műanyag vagy fémházban foglal helyet. Kőbirtalma 0,015–0,3 cm^3 , eltérően egy közepes nagyságú vevőcső 50–100 cm^3 -étől. A tranzisztorok belsőjében nincsenek rezgésre hajlamos elemek, ezért nagy a mechanikus szilárdságuk: több ezer g-nyi ejtő- és több száz g-nyi rázóigénybevételre képesek elviselni. Bekapcsolás után szinte azonnal működőképesek, nem úgy, mint a csövek, ahol 1–10 másodperc szükséges a felfűtéshez. Mivel nincs a tranzisztorokban fűtőszál, ezért energiaszükségletük igen csekély, kevesebb, mint 0,001 W. A csövek fűtőteljesítménye ezzel szemben 10 wattnyi nagyságrendű, vagy ennél is nagyobb. Élettartamuk tízezer órában fejezhető ki. A tranzisztoros berendezéseknél nincs hőelvezetési probléma. Ez kisebb és könnyebb konstrukcióra nyújt lehetőséget. Ezért katnai berendezésekben kiválóan alkalmazhatók. Különösképpen nagy perspektívája van a tranzisztoroknak a vezetés és a felderítés eszközeiben, így pl. a rádióállomásokban, a rádiórelé vonalaknál, a vezetékes hírközlő berendezésekben, a rádiótechnikai jelzőeszközökben, a navigációs készülékekben, az infravörös eszközökben, az automatizálásban és a távvezérlésben.

A fentieket néhány példán illusztráljuk.

Vezetékes vonalerősítő: súlya 1,5 kg, a telep 90 napi üzemet tesz lehetővé, élettartama több mint tíz év. Ugyanez a berendezés csövekkel, akkumulátorral együtt 3–5 kg és csak tíz óra üzemet biztosít.

Tranzisztorosított *szupervető* 8 tranzisztorral és egy kristálydiódával. Ez tulajdonságaiban egyenértékű egy tízcsöves vevővel, ugyanakkor ötdörész annyi táplálási teljesítményt igényel.

A kis teljesítmény-szükséglet lehetővé tette olyan tranzisztoros *miniatur adó* előállítását, amelynek tápforrása maga a moduláló hangfrekvencia, hatótávolsága 100 m.

A *repülőgépeken* alkalmazott fedélzeti elektronikus műszerek fejlődésére jellemző, hogy 15 esztendő alatt a csőszám átlagosan 15–300 db-ra, néha 600 db-ra is emelkedett, ugyanakkor a súly 20–120 kg-ra nőtt meg. A korszerű repülőgép elektronikus felszerelése híradóeszközökből, navigációs berendezésből, tűzvezető műszerekből, rádiólokációs és egyéb berendezésekből áll. Ezek teljesítményszükséglete olyan számottevő, hogy egyes esetekben a repülőgép törzsében el sem helyezhetők, hanem csak a törzsen kívül. Így a repülési tulajdonságok romlanak, az ellenséges tűz okozta sebezhetőség növekszik. Másrészt a nagy csőszám miatt erősen romlik az elektronikus berendezések megbízhatósága. Átlagban egy repülőgépben 150 elektroncső esetén az üzembiztonság 50%. 100 üzemóra alatt 100 csőből 1 db feltétlenül meghibásodik.

A tranzisztortechnika jelenlegi minőségi és termelési fejlettségén lehetséges a csövek 80–95%-os helyettesítése. A cseré következtében a kapcsolások átlagosan másfélszeres arányban bonyolultabbá válnak. Ennek ellenére alkalmazásuk gazdaságos, mert kisebb súllyal és

méretekkel lehet a konstrukciót kialakítani. A teljesítményszükséglet az elektroncsövek 80%-os helyettesítésével a jelenleginek $\frac{1}{5} - \frac{1}{10}$ részére csökken; teljes

helyettesítés esetén $\frac{1}{30} - \frac{1}{40}$ részre csök-

ken a teljesítmény, az üzembiztonság pedig ugrásszerűen megnő. Átlagban 1000 db tranzisztor tartalmazó műszer üzembiztos működési időtartama 1000 órára becsülhető. Néhány konkrét példa:

1000 db tranzisztor tartalmazó és nyomtatott áramkörökkel felépített *fedélzeti számológép* térfogata 0,1 m^3 , $\frac{1}{4}$ rész

akkora súlyú és $\frac{1}{30}$ rész akkora fogyasztá-

tású, mint az elektroncsöves változat.

Egy négy tranzisztor és egy kristálydiódát tartalmazó *fedélzeti lokátor indikátor*, eltérően a korábbi négycsöves változattól, a 10 W-hoz képest 1 W fogyasztású, és 45 V tápfeszültséget igényel a 100 V-tól eltérően.

Az *elektronikus számológépek* tranzisztorosításával kapcsolatban is nagyok a lehetőségek.

A félvezető technika és a nyomtatott áramkörök segítségével az Egyesült Államokban kifejlesztették a Dysec elnevezésű számológépet, amely 24 000 kristálydiódát és 800 db nem cserélhető elektroncsövet tartalmaz. Térfogata 4,5 m^3 és utánfutóra van szerelve.

Az amerikai Bell-cég ígéretet tett a Tradic nevű számológép kidolgozására. Ez a gép germánium-tranzisztorral és 11000 kristálydiódával működne, fogyasztása mindössze 100 W volna, vagyis a csöves változatának $\frac{1}{20}$ része.

Az Egyesült Államokban kidolgoztak egy hordozható légvédelmi rádiólokátor vevőt, mikrohullámú töléserantennával, kristálykeverővel, triódákkal, tranzisztorokkal és nyomtatott áramkörökkel. A vevő súlya 570 g, a telep 115 g.

A tranzisztorosításnak nagy a jelentősége a *tűzérési és légvédelmi* elektronikus berendezéseknél, a lokátoroknál, a számológépeknél, valamint a rádiós és vezetékes *híradóberendezéseknél*. Cél a méretek és a súlyok csökkentése, a megbízhatóság és mozgékonyosság növelése.

A haditengerészetnél különösen a *tengeralattjárók* elektronikus berendezéseit célszerű tranzisztorosítani, a hely és az energia korlátozottsága miatt.

Hasonló a helyzet a *harcokocik* elektronikus berendezéseinél. A tranzisztorosítás az összefegyvernemi és speciális csapatok elektronikus eszközei számára nagyon előnyös. Így pl. az aknakeresők súlya csökkenthető, a sugármérő műszerek súlya és térfogata tízedrésszére csökkenthető. Ugyanez áll az infravörös technikára, a harcászati televízióra, a vívőfrekvenciás berendezésekre is. Tranzisztorokkal a csapatrádiókat sebben vagy kézen az órához hasonlóan lehet elhelyezni.

Nagy jelentősége miatt külön foglalkozunk a *rakétairányítás* kérdéseivel. Az

irányított lövedékek vezérlő rendszere a következő főbb egységekből épül fel:

a) *Programszerkezet*, amelybe idejekorán betáplálják a repülés egyes paramétereit, mint pl. a sebességet, az időtartamot, az irányt stb;

b) *mérőszerkezet*, amely a repülés folyamán az imént felsorolt adatokat méri, végül

c) *kiértékelő szerkezet*, amely a program és mérőszerkezet adatait folyamatosan összehasonlítja és a hibajellel arányos ellentétes előjelű helyesbítéseket hoz létre a hajtó mechanizmusban (aerodinamikai felületek, gáznyomás nagysága, gázkiáramlás iránya stb.).

Ilyen berendezések pl. a gyorsulásmérő, az integrálás elvén működő sebességmérő, számológépek a repülés irányának és távolságának meghatározására, a giroszkóp, amely a lövedék stabilizálásáról gondoskodik.

Avégett, hogy a rakéta különböző meteorológiai viszonyok és az ellenség zavarása között is az előírt röppályán haladjon, *asztronavigációs irányítórendszer* alkalmaznak. Itt az adatfelvételt egy sextáns végzi, amely meghatározott égitestet követ. Ez a sextáns fényelektromos teleszkópból, indikátorból és erősítőből áll. A programozó és az automatikus sextáns adatait a kiértékelő összehasonlítja és megfelelő korrekciós parancsokat ad a hajtó és kormányzó szerveknek, és ezek által létrejön a pálya helyesbítése.

Kidolgoztak az automatikus optikai sextáns elvén működő *rádiósextáns*at, amely az adatfelvételhez a Nap elektromágnes sugárzását használja. Ez a módszer sokkal hatásosabb. Egy másik irányítási módszer lényege abban foglalható össze, hogy az irányítás földről történik. A kiértékelő rendszer a földön van elhelyezve, az adatszolgáltatást földi lokátorok, ill. navigációs rendszerek végzik, a rakéta parancsok fogadására szolgáló vevővel, szervomechanizmusokkal és visszajelző berendezésekkel van felszerelve.

E berendezésekben is nagyszámú elektroncsövet alkalmaznak, amelyek helyettesíthetők tranzisztorokkal, kristálydiódákkal, fototranzisztorokkal és fotodiódákkal. Így egyrészt fokozni lehet a rendszer megbízhatóságát, csökkenteni az elektronikus berendezés súlyát, méreteit, fogyasztását, másrészt ezáltal növelni lehet a robbanóanyag, valamint az üzemanyag mennyiségét, más szóval a rakéta hatásosságát. Olyan feladatokat is megoldhatók tranzisztorosítással a rakéatechnikában, amely csövekkel nem is lehetséges.

Nagy a tranzisztorok és kristálydiódák jelentősége azokban a műszerekben, amelyek az elektronikus berendezések ellenőrzésére, javítására, beszabályozására szolgálnak. Pl. különféle szignál generátorok, impulzus generátorok, csővoltmérők stb. A méretek, a súlyok és a fogyasztás csökkentése megkönnyíti alkalmazásukat tábori viszonyok között.

A félvezetők termoelektromos hatást mutatnak. Így a hőenergiából közvetlenül villamosenergia állítható elő. A félvezető a vele közölt hőenergia egy részét villamos energiává alakítja át. A termoelektromos

párok hatásfoka jelenleg 8%. Ez nem nagyon sok, de nem is nagyon kevés ahhoz, hogy ezt az eljárást elvessük, hiszen a gőzmozdony hatásfoka sem jobb ennél. A termoelektromos párok soros és párhuzamos kapcsolásával termoelektromos generátorok állíthatók elő. Ezeket rádióvevők táplálására fel lehet használni. Így a Szovjetunióban Joffe akadémikus vezetése alatt dolgozó leningrádi kutatócsoport olyan termoelektromos generátort dolgozott ki, amely a petróleumlámpa útján termelt hőenergiát hasznosítja és telepes vevők táplálását teszi lehetővé. Az áramforrás nyolc órai üzemhez fél kg petróleumot fogyaszt. Folyamatban van olyan termo-villamos generátorok kidolgozása, amelyek alkalmasak lesznek öt wattos rövidhullámú adó-vevő táplálására.

A Peltier-effektuson alapuló hűtésnek is van jövője: pl. az elektronikus berendezések környezettől független hőmérsékletének beállítására.

A félvezetők segítségével a fényenergia villamosenergiává alakítható át. A mechanizmus lényege, hogy a fénykvantumok, fotonok a félvezetőből elektronokat szabadítanak fel. Ha két félvezetőből egy áramkört képezünk és az egyiket megvilágítjuk, a másikat pedig sötétben tartjuk, akkor a két félvezető között potenciálkülönbség fog ébredni. Ennek értéke néhány tized volt 1 cm^2 félvezető felületén. Ugyanígy jelenség lép fel a p és az n rétegek között. Ilyenformán *fotoelemek* alakíthatók ki.

A fotoelemekben szelént, tallium-szulfidot, szilíciumot és kadmiumsulfidot alkalmaznak.

Kidolgoztak olyan fotoelemeket, amelyek a napfényt alakítják át villamosenergiává. (Pl. a szilíciumos elemek 50 V

feszültséget adnak 1 m^2 -re.) Hatásfokuk néhány százalék, de elméletileg elérhető és remény van 20–30% hatásfok megvalósítására is. Tápforrásként felhasználhatók ezek is a haditechnikában.

A félvezetők és a radioaktív anyagok kombinálásával *atomtelepet* állítottak elő. A 90-es atomsúlyú stroncium radioaktív bomlásának termékeként nagysebességű elektronok lépnek ki. Ezzel az izotóppal kennek be egy $p-n$ átmenetű szilíciumlemezt. Az elektron sugárzás hatására feszültség keletkezik. Bár még ez a megoldás nem kiforrott, mégis rámutat a perspektívára.¹

Félvezetők alkalmazásával sikerült kis tehetetlenségű, nagy hőmérsékletű határok között működő hőmérsékletérzékelő, ill. mérő ellenállásokat kidolgozni. Ezek a *termisztorok*, amelyek hőmérséklet hatására ellenállásukat közel exponenciálisan változtatják. Hermetizált kivitelben, kis méretekben készülnek. Pl. a leningrádi kutató intézetben kidolgozott ilyen típus átmérője max. 50μ , üvegbe sajtolt platina és nikkel kivezetései vannak. Ez a termisztor -70°C és $+250^\circ \text{C}$ között mér.

Haditechnikai alkalmazási területe többek között a feszültségstabilizálás, a feszültség-korlátozás, a hőfokszabályozás.

Fontos félvezető anyag a mikrohullámú technikában alkalmazott *ferrit*. Ez a félvezetők más családjába tartozik, mint az előzőekben tárgyaltak. Nagy a fajlagos ellenállása, permeabilitása széles határok között változik, tíztől néhány ezer Gauss/Oerstedig. Stabilitása kiváló: $\pm 1\%$ /év. A ferritek -50°C és $+500^\circ \text{C}$ között használhatók 50 000 MHz-ig, alkalmazásuk a tekercsek miniaturizálását teszik lehetővé. Igen elterjedten használják antennákban, szűrőkörökben, mágneses erő-

sítókben, hullámsövekben, mikrohullámú berendezésekben modulátorként, csillapítóknak stb.

*

Szerte a világon a félvezetők és tranzisztorok kutatásában és fejlesztésében jelentős eredményeket értek el. Nagy erők foglalkoznak e kérdésekkel.

Többek között kidolgozták a rendkívüli tisztaságú félvezető anyagok egykristályos előállításának módszereit. Kikísérletezték a félvezetők számos tulajdonságát, és ezek eredményeként új tranzisztorokat állítottak elő, vagy a meglévőket tökéletesítették.

Kifejlesztették a nagyfrekvenciás tranzisztorokat. Sok eredményt értek el a tranzisztorok kapcsolási technikájában.

Az eredmények mellett vannak a tranzisztorok technológiájának még meg nem oldott problémái, amelyek a működésre negatív hatást gyakorolnak. Pl. a karakterisztikák szórása túlságosan nagy, magas a zajszint, növekvő hőmérsékleten a paraméterek változnak stb. Ennek ellenére a közeljövőben meg lehet oldani e kérdéseket. Addig is a hőmérsékleti hatást tranzisztorok és rádiósövek együttes alkalmazásával tudjuk kiegyenlíteni. Megfelelő hőelosztó és terelő berendezéseket kell a konstrukcióban alkalmazni.

Igen nagyok a félvezetők távlatai, de a jelenük is. A katonai tudósoknak, tervezőknek, hadmérnököknek, technikusoknak bátrabban kell a tranzisztorok alkalmazásával foglalkozniuk és ezzel még jobban fejleszteni az elektronikus haditechnikát.

(Baranov V. ezds. cikkének kivonatos fordítása a *Vojennaja Misl* 1956. augusztusi számából)

¹ L. Haditechn. Szle 1-1, 68. (1956.)

A napalm és újabb felhasználási lehetőségei

Már a II. világháború utolsó fázisában felismerték, hogy a napalm egyike a legjobb és leghatásosabb gyújtó-harc-eszközöknek. Kalóriatartalmára nézve a napalm — az atombombától eltekintve — a katonai célokra használt minden más gyújtóeszközt felülmúl, mivel 90–95% benzint tartalmaz. A benzin egyetlen kg-ja 11 000 kcal-val ég el és ehhez a levegőből 3513 kg oxigént használ fel; ez az oxigénmennyiség $11,71 \text{ m}^3$ normál-állapotú levegőnek felel meg.

A közönséges benzin katonai gyújtóeszköznek nem válik be. Nagyon illanó, hamar felrobban és nincs tapadóképesége, ennél fogva különféle sűrítőszerkezetekkel kell kiegészíteni, hogy kolloidális zselévé, lépszerű, ragados masszává kell átalakítani. Ez a könnyen tapadó gyújtószer különféle katonai célokra kiválóan alkalmas. A „napalm” elnevezés a NAPhta és PALmitát szavak összevonásából ered. Az amerikai napalm egy bizonyos alumíniumpalmitát alapanyagot is tartalmaz, amelyet benzinnel kevernek össze.

A napalm előállítására felhasznált legelterjedtebb és legolcsóbb sűrítőszerkezet az

ún. fémszappanok, mint az alumínium-palmitát, -sztearát vagy -naftenát. A sűrítőszerkezet szappangyárakban készíttik. Magát a napalmot csak röviddel a páncélos lángvetők, vagy a hordozható lángszórókészülékkel ellátott csapat bevetése előtt szabad kikeverni. A katonai követelményeknek megfelelően a raktárkészletekben a napalmnak mindenkor készen kell állnia.

A napalm-gyújtószerkezet égéstartamát speciális aszfalt-, faliszt- vagy különféle gyantaféleségek hozzákeverésével meg lehet hosszabbítani vagy rövidíteni. Hasonlóképpen fontos a sűrítőszerkezet megfelelő arányú adagolása, mert a nem elegendő zselatinózás eredményeként a napalm hamarabb eléghet, semmint hogy a megkívánt hatást előidézte volna. Másrésztől a sűrítőanyag nagyobbarányú adagolása csökkenti a napalm illékony-ságát és ezért a kívántnál hosszabb ideig ég. Általában a benzinhoz 5–10%-os sűrítőszerkezet adagolnak és ez a zselatinózás után borostyánkőszínű masszává dermed. Aszerint, hogy milyen hatást akarunk elérni, a napalm-gyújtókeverék-

hez még másfajta gyújtóanyagot is lehet adagolni, így pl. a képlékeny fehér foszfor nehezen gyógyuló égési sebeket idéz elő. Nátriumtölvözet adagolása által a gyújtókeverék jó égőképessé válik a vízen vagy a hófelületen is. Kevés termitet, alumínium- vagy magnéziumperklorát keveréket adagolva növekszik az égés hőmérséklete, kevés peroxid adagolása pedig robbanásszerű jelenségeket idéz elő.

Napalmot különféle lövedékekben, repülőbombákban, rakétákban, aknáknak, kézigránátokban és lángszórókban használnak. Városok, falvak, táborok, ipartelek, repülőterek, fedezékek és árkok leküzdésére legtöbbször hosszú égéstartamú kombinált napalm-keveréket alkalmaznak. A polgári lakosság ellen inkább a napalm-hőkeverékeket, az arcvonalban pedig a napalm-foszforkeverékeket vetik be.

E keverékből újabban egy *kombinált keveréket* alakítottak ki: a napalm alapkeverékhez aszfalt-foszfor és alumínium-káliumperklorát keverékét adják hozzá. Ez a gyújtókeverék mintegy 1980°C hőmérsékletet hoz létre és mindenféle

cél ellen használható; hőértéke mintegy 1000 kcal.

A legismertebb *napalm-gyújtóbombákat* a közelmúltban a koreai és az indokínai háborúban alkalmazták élő és páncélozott vagy másfajta célok ellen. Napalm-rakéta formájában is repülőgépről számottevő sikerrel vetették be páncélosokkal szemben. A szükséges szórás elérése végett nem lehet ilyenkor a napalm hasznos súlya 60 kg-nál kevesebb, mert különben a páncélos megsemmisítéséhez szükséges gyújtóhatást nem éri el. A napalm gyújtóbomba hatásában egy túlméretezett lángszóróval egyenértékű. Megfelelő kiterje-

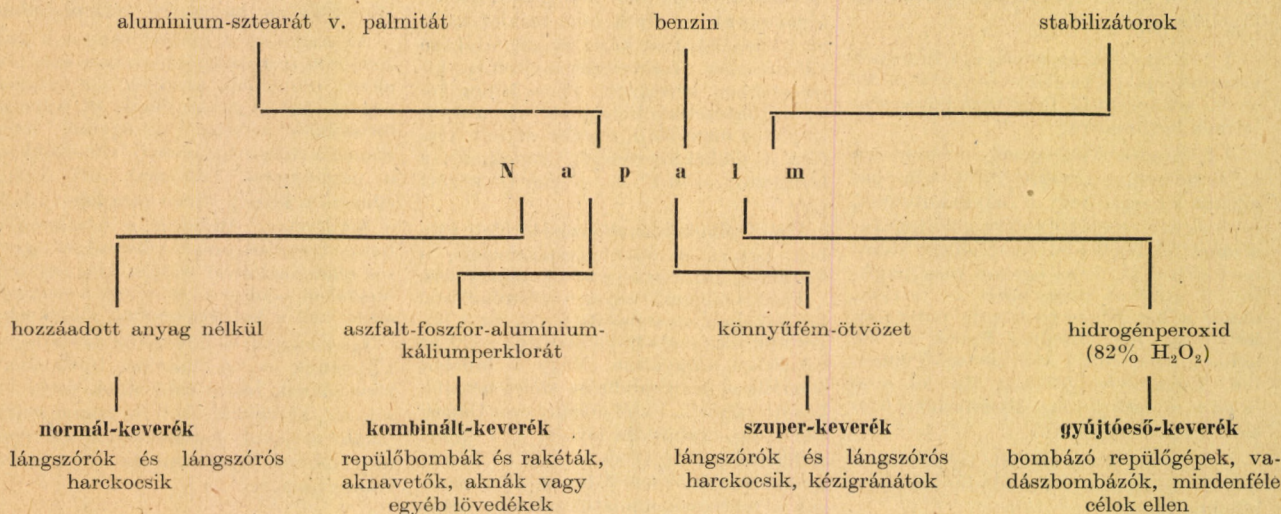
A zárótűzben közömbös, hogy az alsó vagy a felső szögsoportban lőnek-e, és elképzelhető, hogy amikor egy 12 cm-es aknagránát függőlegesen egy harkocsi tetőpáncélzatára esik, akkor a bennülők harképtelessé válnak, a páncélos pedig teljesen kijeghet. A 12 cm-es gránát mintegy 3 kg napalmot visz magával.

A páncélos támadás elhárítására kombinált *napalm-aknákat* is alkalmazhatók. Az általában szokásos páncélaknákkal a páncélost ugyan megállásra lehet kényszeríteni, azonban harképesége többnyire megmarad, ezzel szemben kombinált napalm-aknákat alkalmazva, a pán-

távolságú volt; az amerikaiak „Flaming Dragon”-nak (égő sárkány) nevezték el.

A *hordozható lángszórót* az elmúlt háborúban nagy eredménnyel használták. A lángszóró készülékek szerepe különösen fedezékek, erődítmények, futóárkok leküzdésében, valamint házak közötti harcokban volt döntő. Az M41 típusú német könnyű lángszóró súlya 18,5 kg, olajbefogadóképessége 7 l, lőtávolsága pedig mintegy 30 m volt. Napalmot alkalmazva a készülék lőtávolsága 60 m-re, tehát az eredetinek kétszeresére növekedett. Később a németek egy még könnyebb modellt állítottak elő. Ez az M41-eshez

A napalm-keverékek összeállításának és felhasználásának áttekintése



Az ún. *szuper-napalmot* a II. világháború után a cikk szerzője dolgozta ki. Azóta ezt a keveréket számos országban kipróbálták. A szuper-napalm lángszórók számára készül, jellemzője, hogy a célban önmagától gyullad. Összetételét tekintve egy napalm-alapkeverékből van öngyulladó könnyűfém-ötvözetrel kombinálva. Ez a napalm-keverék (Hapalm-eljárás) a talajjal vagy a kiválasztott céllal való érintkezéskor azonnal meggyullad. Szükség esetén nagyon kevés készlettel helyi robbanóhatás is elérhető vele. A szuper-napalm nappal és éjszaka egyaránt használható. Sötétben előnyös, hogy a kilövési ponttól a célba éréseig láthatatlan. Ily módon lehetséges a hordozható utász-lángszóró, vagy a lángszórós-harcokosi számára, hogy a szuper-napalm-massza kilövése után gyorsan és veszélytelenül elszakadjon az ellenségtől. A szuper-napalm alkalmas az összes lángszórós-harcokosik, hordozható utász-lángszórók, helyekétkötött lángszórókészülékek részére, valamint aknában és kőzigránatokban.

A közönséges napalmmal szemben a célban önmagától meggyulladó szuper-napalm előnyei a következők:

- a) a szórófúvókából történő kilépése után nem gyullad meg, ezért elmarad a feketelőpor-töltet alkalmazása és a készülék egyszerűbben gyártható;
- b) mind a napalm-lövész harcálláspontja, mind a kilőtt napalm-sugár láthatatlan; ezáltal a lángszóró-hordozó és a lángszórós-harcokosi biztonsága nagyobb az ellenség elhárításával szemben;
- c) azáltal, hogy a gyújtómassza a célban automatikusan gyullad meg, a

napalm lőtávolsága mintegy 50%-kal meghosszabbodik;

d) mivel a gyújtókeverék nem a levegőben, hanem a célban ég el, ezért megtakarítás mutatkozik a napalm-massza mennyiségében;

e) a váratlanul és önmagától meggyulladó napalm-masszának meglepetésszerű nagy hatása van.

A szuper-napalmot bármely terepen lehet alkalmazni. Havon éppen úgy meggyullad, akárcsak vízen. E napalm-massza tárolása veszélytelen, mert az öngyulladó könnyűfém-ötvözetet kevés napalmmal keverik és sűrítik, a napalm-alapkeveréktől elválasztva tartják, és a napalm-alapkeverékkel való összevegyítése csak röviddel bevetés előtt történik meg.

Ugyancsak a cikk szerzője dolgozta ki a háború után a *napalm-gyújtóeső* elnevezésű újfajta napalm-keveréket. Ez a talajjal érintkezve gyullad meg, a koncentrált hidrogénperoxid felbomlása következtében, amelyet napalm-alapkeverékkel emulgnak.

A napalm-gyújtóesőt repülőgépről vízszintes mélyrepülésben, tetszés szerinti talajfelületre, ellenséges állásokra, csapatösszevonásokra, repülőterekre, laktnyákra vagy más katonai és polgári objektumokra permetezik. Abban a pillanatban, amikor a gyújtóeső a talajt érinti, a föld vagy egyéb test jelenléte folytán a napalm-emulzió szétbomlik és a benne koncentrált hidrogénperoxid szétbomlása által nagy hőmérséklet lép fel. Ez igen rövid idő alatt a napalm-gyújtóesőt lángra lobbantja. Az eredmény rend-

kívül nagy gyújtó- és rombolóhatás, amely váratlansága révén végül is pánikot idéz elő.

Ellenséges aknamezők szétrombolására és szabaddátételére különleges napalm-gyújtóesőt alkalmazhatnak, amely helyi jellegű robbanással kombinált gyújtóhatást, vagy pedig a napalm-gyújtóeső meggyulladása után csupán gyújtóhatás nélküli robbanóhatást fejt ki. A helyi robbanóhatással kombinált napalm-gyújtó-eső vagy a tisztán robbanóhatás következtében fellépő talajnyomás hatására a telepített aknáknak felrobbannak és az aknamező szabaddá válik. A napalm-gyújtó-eső emulziója teljesen stabil és különleges emulgnál eljárás után éveken át tárolható anélkül, hogy felbomlana.

A közelmúlt háborúiban a gyújtóbomba rendkívül hatásos fegyver volt. A napalm-lövész használata általában a szokásos robbanóbombáknál több kárt idézett elő. A napalm igen nagy ember-veszteséget okozott, leginkább a nagy területi tüzek (tűzorkánok) következtében. Ilyen tömeges gyújtóbombátámadások alkalmával a napalm-bombák nagy oxigén-szükséglete miatt a levegő oxigéntartalma gyakran 15%-ra, a létszükséglet határáig csökkent.

Napalm-gyújtóanyagokat ma igen sok országban állítanak elő és feltételezhető, hogy a gyújtó-harc eszközök területén számtalan újdonság fog még megjelenni. Érthető, hogy a fejlesztés jelenlegi eredményeit titokban tartják.

(Hajek H. V. cikkének kivonatos fordítása az *Explosivstoffe* 1957. júniusi számából.)

Szélessávú rádiórelé

Az amerikai Raytheon-gyár néhány év óta *hordozható rádiórelé* berendezéseket gyárt. Ezek különösképpen a távolbalátó szolgálat számára alkalmasak a helyszíni közvetítő kocsik és valamely nagy-távolságú rádiórelé vonal között.

Két típus készül: a KTR—100 és a KTR—1000. Ezek lényegileg azonosak, csak kimenő teljesítményükben van eltérés. A KTR—100 teljesítménye 100 mW, a KTR—1000-é 1 W. E teljesítményekkel 40, ill. 80 km-es távolság hidalható át a video-jelek 40 dB-es, a hangfrekvenciás jelek 55 dB-es jel/zaj viszonyával. A KTR—1000 típusú rádiórelé készlete kézben hordozható 4 málhaegységből áll. A bőrdondkivitelű alumínium házakban foglal helyet: az adóvezérlő egység, a nagyfrekvenciás adórész, a nagyfrekvenciás vevőrés és a vevőellenőrző egység. A készlethez 0,6, 1,2 és 1,8 m átmérőjű parabolaszugárzók, antenna hozzávezetések, hullámesővek (függőleges és vízszintes polarizációval), állványzat, szabványos összekötő kábelek stb. tartoznak.

A KTR—1000 típusú adó- és vevő részét az 1. ábrán látható tömbvázlat mutatja. Az eredményvonalak a málhaegységekre bontást ábrázolják.

Adó oldalon a képjel az adóvezérlő egységbe jut. Háromfokozatú video-erősítés után mintegy 3 V nagyságban a jel

a klisztron reflektorára kerül; ezáltal frekvenciamoduláció jön létre. Az adás frekvencia-állandóságát az adó-klisztron hőmérsékletének és feszültségének szabályozása révén biztosítják. Evégett a klisztront termosztátba helyezik; ennek hőmérsékletét egy szellőzőmotor fordulatszámának önműködő vezérlésével tartják állandó értéken.

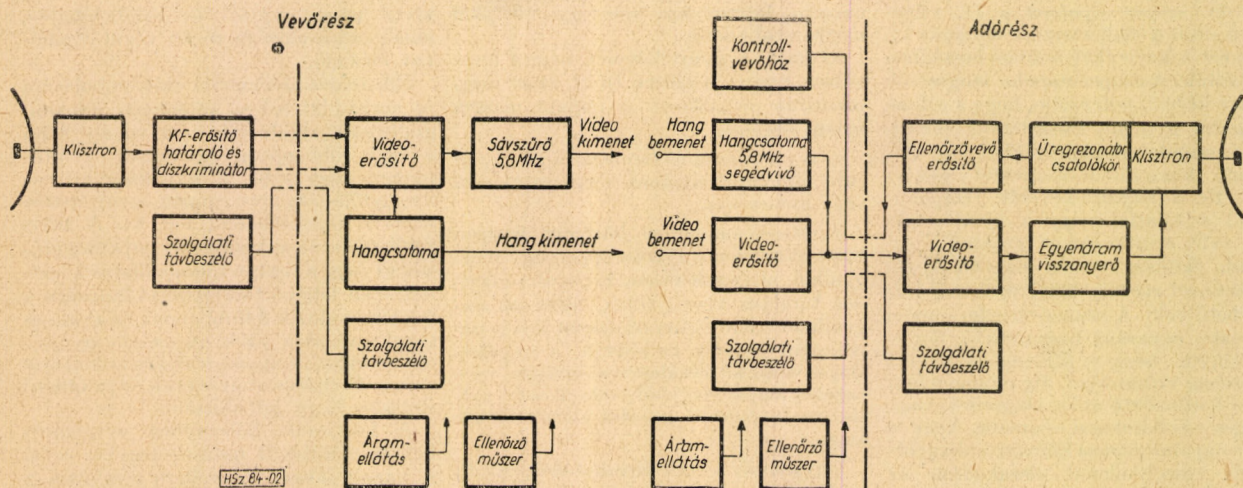
A meghatározott tartományban a frekvenciát folyamatosan lehet változtatni, anélkül, hogy a klisztronegységet vagy frekvenciát meghatározó üregrezonátort cserélni kellene. A hitelesítő rezonátort táblázat segítségével $\pm 0,25$ MHz pontossággal lehet beállítani, majd a klisztront erre a frekvenciára ráhangolják. A rezonanciát az antennahullámvezetőbe csatolt kristálydióda egyenárama indikálja. A hangolható hitelesítő üregrezonátor -30 és $+50$ °C között $\pm 0,5$ MHz-re pontos.

A vevő klisztron oszcillátora 130 MHz-cel kisebb frekvencián rezeg, mint az adó. A 130 MHz-es középfrekvencia a keverődiódától neutralizált kaskád bemenet útján jut a tízfokozatú középfrekvenciás erősítőre. Ehhez kétfokozatú határoló kapcsolódik, amely a diszkriminátoreősítőt táplálja. A középfrekvenciás jeleket két pentódából és két diódából álló különleges diszkriminátor demodulálja. Három

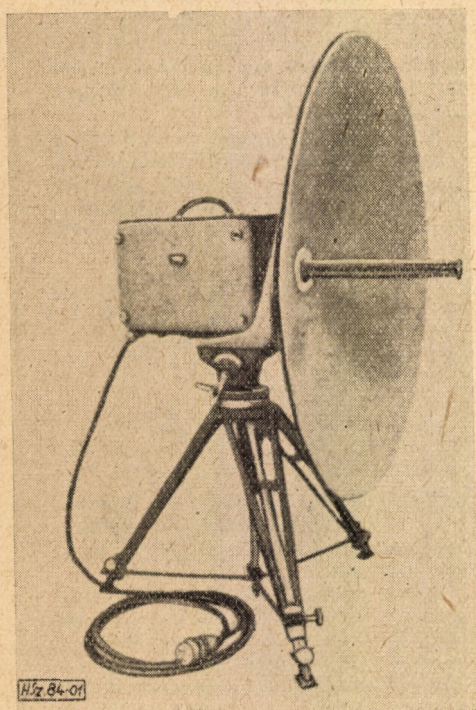
középfrekvencia fokozatra ható automatikus erősítésszabályozás gondoskodik a középfrekvenciás kimenet 1—5 V közötti állandóságáról.

Mérési és ellenőrzési célokra fűrészfog-generátor szolgál. Ennek kimenő jelét használják fel a vevő behangolására, a linearitás ellenőrzésére és a frekvenciákat beállítására. Az automatikus frekvenciaszabályozó áramkört szintén e segédjellel lehet ellenőrizni, ezáltal külön képjelre nincsen szükség. Ezen áramkör működése független a képjeltől és alkalmas 22 MHz utánhangolására. A berendezésben olyan áramkörök is vannak, amelyek zajra lekapcsolják az automatikus frekvenciaszabályozást, ha nincs képjel. Ha ez nem így volna, akkor bekövetkezhetné, hogy a beérkező jel már nem tudná az oszcillátort a helyes frekvenciára beállítani. A hangfrekvenciás átvitel céljára 5,8 MHz-es segédvívót használnak.

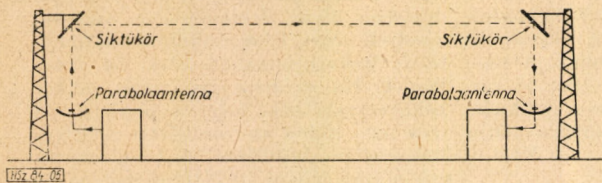
Mindkét típus alkalmas 600-soros vagy 450—500-soros kép átvitelére a hang egyidejű továbbításával. A vevőellenőrző egységben van egy kapcsoló, amely a segédvívót a képjeltől szűrő segítségével szétválasztja. Ezenkívül hangfrekvenciás összeköttetés van a vezérlő egység és a nagyfrekvenciás egységek között. A berendezés könnyen kezelhető és ellenőriz-



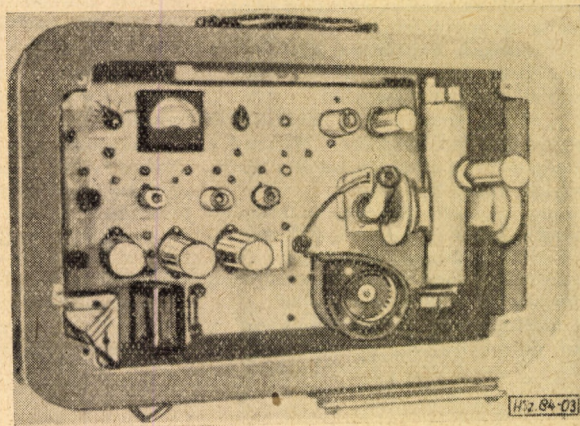
1. ábra. A KTR-1000 típusú rádiórelé tömbvázlata



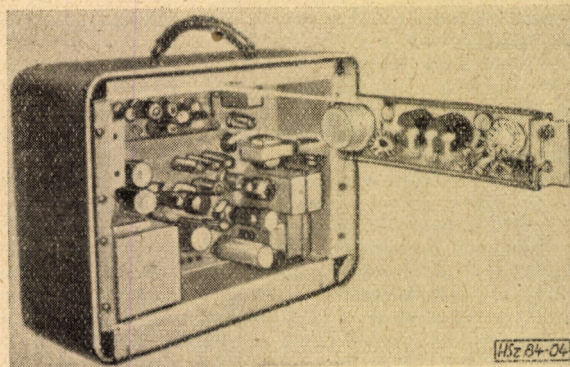
2. ábra. A KTR-1000 típusú rádiórelé nagyfrekvenciás része és parabola-antennája



5. ábra. A passzív sugárzók alkalmazásának elve



3. ábra. A KTR-1000 adó nagyfrekvenciás része nyitott állapotban (a klisztron ház lebontva)



4. ábra. A KTR-1000 adó-vezérlő egysége nyitva

hető, mint az a 3. és 4. ábrákon feltüntetett elrendezésből is kitűnik. A hordozó házakból az elektronikát könnyen ki lehet emelni.

A nagyfrekvenciás rész és a hozzátartozó ellenőrző egység 60 m hosszú kábelon színes kép és 150 m hosszú kábelon fekete-fehér kép továbbítását teszi

lehetővé. A vevőrészhez fáziskiegyenlítő tartozik; ennek segítségével a csövek és egyéb alkatrészek öregedését kompenzálni lehet.

A berendezéshez 0,6, továbbá 1,2 és 1,8 m átmérőjű parabola-antennák tartoznak, ezek 7000 MHz-en rendre 29, 37 és 40 dB antennanyereségnek felelnek meg.

Passzív sugárzók (5. ábra) alkalmazása által elkerülhető, hogy a berendezést magas tornyon kelljen telepíteni.

A KTR-1000 típus műszaki adatait az I. és a II. táblázatokon találjuk.

(Kivonat fordítás a Radio und Fernsehen 1957. évi 14. számából)

I. táblázat

A KTR—1000 berendezés adórészének műszaki adatai

Megnevezés	Jellemző adat	Megjegyzés
Zajszám	15 dB	
Fázisforgatás	$\pm 1^\circ$	5 MHz sáv szélességre vonatkoztatva
Lineáris torzítás	$\pm 0,5$ dB	
Frekvencia-tartomány	6875—7125 MHz (4,36—4,21 cm)	KTR—1000 A
	5925—6425 MHz (5,06—4,66 cm)	KTR—1000 E
Nagyfrekvenciás kimenőteljesítmény	1 W	
A klisztronfrekvencia állandósága	$\pm 0,05\%$	
Áramszükséglet	300 W	50/60 Hz váltakozóáram
A vezérlőegység csövei	2 db 5R4GY, 2 db 6AS7, 4 db OA2, 2 db 12AX7, 2 db 6CB6, 1—1 db OB2, 6J6, 6AH6, 6U8 és 6AL5	
A nagyfrekvenciás rész csövei	2 db 6AU6, 1—1 db 12BY7, 6AL6, 6U8 és VA200C, ill. VA220E v. F	
Video-bemenet	impedancia: 75Ω szint: 1,4 V	
Hangfrekvenciás bemenet	impedancia: 500—600, 333, 200—250, 125—150 Ω szint: —5 dB	szimmetrikus v. aszimmetrikus
Preemfázis	75 μ sec	
A vezérlőegység méretei és súlya	53 \times 41 \times 23 cm 23 kg	
A nagyfrekvenciás rész méretei és súlya	58 \times 36 \times 28 cm 18 kg	

II. táblázat

A KTR—1000 berendezés vevő részének műszaki adatai

Megnevezés	Jellemző adat	Megjegyzés
Frekvenciatartomány	mint az adónál	1. az. I. táblázatban
Középfrekvencia	130 MHz	
A klisztronfrekvencia állandósága	$\pm 0,05\%$	
Képesatorna	kimenő impedancia 75Ω kimenő szint 1 V	
Hangesatorna	kimenő impedancia 500—600 Ω	szimmetrikus v. aszimmetrikus
Kimenő szint	+ 11 dB	
Frekvenciamenet	+ 0—3 dB	50 és 15 000 Hz között
Torzítás	$\leq 1,25\%$	100 és 7500 Hz között
	$\leq 1,5\%$	50 és 100 Hz, valamint 7500 és 15 000 Hz között
Zajszint	≤ 60 dB	a névleges kimenőjelre vonatkoztatva
Áramszükséglet	220 W	50/60 Hz váltakozóáram
A vezérlőegység csövei	3 db OA2, 2 db 6 \times 4, 2 db 6AN5, 2 db 6AH6, 2 db 6AS6, 1—1 db 6AS7, 6AU6, 6J6, 6AK5, 6BN6 és 12AU7	
A nagyfrekvenciás rész csövei	13 db 6AK5, 2 db 6AS6, 1—1 db 12AT7, 6J6, 12AX7, 6BQ7A és 5976 v. QK461	
Az ellenőrző egység méretei és súlya	53 \times 41 \times 23 cm 20 kg	
A nagyfrekvenciás rész méretei és súlya	58 \times 36 \times 28 cm 28 kg	

Matematikai gépek felhasználása a repülésben

A katonai repülőtechnika automatizálásához a legszorosabban hozzátartozik a különböző számológépek tömeges alkalmazása. Ezek az eszközök lehetővé teszik, hogy nagymennyiségű számítási műveletet nagy pontossággal igen rövid idő alatt hajtsunk végre.

Mint tudjuk, a matematikai gépek fejlődésének korai időszakában, főként ún. analógiás (folyamatos működésű) számológépeket dolgoztak ki. E gépekben a műveletek végrehajtása időben folyton változó értékekkel történt. Mechanikai szerkezetekben ilyen értékek az elmozdulás és szögelfordulás, elektromos szerkezetekben pedig a feszültség és az áramerősség stb. pályája.

Olyan bonyolult folyamatokat és jelenségeket, mint amilyenek a repülőgép mozgása, a lövedék útja, a villamosberendezésekben és a rádiókészülékek áramköreiben lejátszódó folyamatok stb. valamilyen fajta (közönséges, differenciál stb.) egyenletrendszerben szokták általában matematikailag kifejezni, amelyek ismeretlen függvényeket és a független változót (az argumentumot) kapcsolják össze. Az egyenlet (ill. az egyenletrendszer) megoldása azt jelenti, hogy meg kell találni, hogyan változnak a változó értékek, amikor az argumentum megváltozik. Az analógiás számológépek igen különböző, a repülőtechnikával kapcsolatos feladatokat oldanak meg, köztük olyanokat is, amelyek közvetlenül a harci feladatok végrehajtását szolgálják (például irányzás a bombavetés és légi tűzharc közben).

Az analógiás számológépeknek számos előnyük van: szerkezetük viszonylag egyszerű, a feladatokat természetes felépítésük sorrendjében oldják meg, a gépeket használatra egyszerű előkészíteni. Több esetben hátrányt jelent, hogy korlátozott 1–10% pontossággal működnek.

A számológéptechnika fejlődésének új szakaszát jellemzi, hogy olyan elektronikus számológépek jelentek meg a színen, amelyek nagyon gyorsan és igen nagy pontossággal dolgoznak. A korszerű, ún. digitális elektronikus számológépek másodpercenként legalább 20 000 műveletet hajtanak végre a kívánt tesszőleges pontossággal (9–10 és még ennél is több tizedesjegyig). Mindez azonban nem jelenti azt, mintha elértük volna e gépek teljesítményének felső határát. Az utóbbi időben közlések jelentek meg olyan számológépekről, amelyek másodpercenként több százezer műveletet hajtanak végre.

A digitális számológépek e tulajdonsága lehetővé teszi alkalmazásukat egyaránt a bonyolult matematikai számításokra, valamint különböző, többek között katonai eszközök önműködő szabályozására. E gépek különlegessége, hogy képesek bonyolult matematikai függvényeket megoldani, a külső helyzetet figyelembe venni, saját tevékenységüket emlékezetben tartani és végül logikai úton megoldásra jutni.

Egyes szakemberek úgy vélik, hogy a technika automatizálása számos eset-

ben legjobb eredményre az analógiás és a digitális számológépek ésszerű kombinálása révén vezethet.

Jóllehet, a külföldi sajtó is elismeri a különféle folyamatok automatizálásának hatalmas lehetőségeit, amelyek különösen a gyorsan működő elektronikus számológépek bevezetésével nyíltak meg, mégis kénytelenek bevallani, hogy e gépek nem tudják az embert minden tekintetben pótolni. Még a legkorszerűbb matematikai gépek is olyan programutatisítás szerint oldják meg a logikai feladatokat és hajtják végre az önműködő műveleteket, amelyeket emberek képeztek ki bennük a tervezés vagy a beállítás alkalmával.

Az utóbbi években a kisméretű alkatrészek: félvezető diódák és triódák (transzisztorok), kisméretű kondenzátorok és ellenállások kidolgozásában, valamint a nyomtatott áramkörök gyártásában elért nagy eredmények kedvező kilátással bíznak a repülőcélokra alkalmas kisméretű elektronikus számológépek területén.

Számos kapitalista országban jelenleg az a vélemény, hogy a légierők matematikai gépeket használhatnak. Így olyan technikai eszközökben, amelyek közvetlenül a harci tevékenységek vezetésére szükségesek; hadművelleti-harcászati és egyéb törzseknek szükséges számításokhoz a hadműveletek előkészítése és végrehajtása alkalmával; a személyi állomány kiképzéséhez használt készülékekben és berendezésekben, hadianyagok tervezésével és kidolgozásával összefüggő körülményes és nagyterjedelmű számítások elvégzésére, továbbá elméleti kutatások céljaira a katonai repülőtudomány különböző területein.

A harci tevékenységek céljaira használt matematikai gépek közé az olyanok tartoznak, amelyek a harci repülés alatt megoldják a navigációs feladatokat, kiválasztják a legcélszerűbb repülési módot, a motor üzemét szabályozzák, rávezetik a célra az üldöző vadászipülőgépeket és az irányított lövedékeket, megoldják a bombavetést és a légi tüzelés feladatait. A külföldi szakértők úgy gondolják, hogy a digitális számológépek univerzális tulajdonságai lehetővé teszik a félvezetők felhasználásával egy repülőgépen elhelyezhető olyan kisméretű univerzális matematikai gép megalkotását, amely a fentebb említett feladatok bármelyikét el tudja végezni. Avégből, hogy az egyik feladat megoldásáról egy másik feladat megoldására lehessen áttérni, a számológép önműködően kapcsolódik át az egyik programutatisításról egy másik utatisításra.

Navigációs feladatok megoldására pl. az AMSS berendezést használják, amelyet az Egyesült Államok légierőitől kapott megbízásra az egyik amerikai cég dolgozott ki. Ez a gép önműködően vezérli a felszállást, a repülőgép kiegyensúlyozását a meghatározott magasságon, a megadott útvonalon történő repülést, ideértve a saját repülőterre való visszatérést is, végül a leszállást. Embernek a repülés irányításába csak előre nem lát-

ható esetekben kell beavatkoznia. Az AMSS berendezés méretei akkoraké, mint egy nagy televíziós vevőkészüléké.

A külföldi irodalomban ismertették az ún. Digitac-típusú univerzális repülőgépen használt számológép egyes adatait. Ezt a gépet a Loran-rendszerhez hasonló földi hiperbola navigációs módszerrel végzett repülés alkalmával lehet használni. A Digitac meghatározza a bombázógép koordinátáit, rávezeti a bombázót a célra, meghatározza a bombák kioldásának pillanatát, végül azokat önműködően kioldja. A számológép a bombázót egymásután 20–30 célra is rá tudja vezetni. A repülőgép helyének meghatározására egyidejűleg felhasználja a rádiólokáció és a repülőgép navigációs eszközeit.

Rádiólokációs zavarok alkalmával a számológép önműködően tér át arra, hogy a helyzetmeghatározás csupán a repülőgép navigációs eszközeivel történjék. A rádiólokációs jelek vételének megjavulásával a számológép automatikusan visszatér a repülőgép tartózkodási helyének kombinált meghatározási módjára.

A Digitac-berendezés súlya mintegy 110 kg, térfogata pedig 0,34 m³. A berendezés két egységből áll. A közvetlenül számolásra szolgáló egység súlya kb. 58 kg és 0,15 m³ térfogatú.

A törzs matematikai gépeit igen különböző célokra használják. Így a harcászati feladatok (logikai típusú) megoldására és az ellenséges légitámadások önműködő leküzdéséhez szükséges számításokra, a bombázóműveletek előkészítésének számításaira, az anyagi és a technikai biztosítással kapcsolatos feladatok és számítások megoldására, meteorológiai munkához, valamint titkos okmányok rejtjelezésére és megfejtésére. E számológépek rendszeresítése lehetővé teszi, hogy számottevő mértékben csökkentse az ellenséges bombázók és pilótanélküli eszközök leküzdéséhez szükséges időt, eredményesebbé válják az üldözés és a célok megsemmisítése. Az Egyesült Államok légvédelme a sorozatban gyártott IRA-1103 és az IBM-701 elektronikus számológépeket használja. E gépek másodpercenként átlag 14 000 műveletet hajtanak végre. Azok után, hogy a számológépek megkapták a rádiólokátor-állomásoktól az ellenséges légitámadás tartózkodási helyére, sebességére, számára és távolságára vonatkozó adatokat, vezérelni tudják az üldöző vadászipülőgépeket és az irányított lövedékek mozgását.

A törzsnél használt számológépek meggyorsítják a műveletek előkészítését és megjavítják a harci tevékenységek irányítását és azok biztosítását. Például az ún. Logistic számológép elvégzi a hadtáp, az ellátás és a szállítás megszervezésével összefüggő számításokat. Ezidőszent az Egyesült Államok szárazföldi haderejénél, haditengerészeténél és légierejénél vannak hasonló feladatok megoldására számológépek. A napi és havi időjárásjelentések összeállítására szolgáló gyors működésű elektronikus szá-

mológépek rövid idő alatt nagyszámú meteorológiai adatot dolgoznak fel és ennek során igen sok tényezőt vesznek figyelembe. A nagy digitális számológépek az időjárásjelentés összeállításához szükséges valamennyi számítást 3 óra alatt végzik el. Közönséges számológéppel ugyanehhez a munkához 300 év volna szükséges. Az elektronikus számológépekkel végzett számítások gyorsasága és a nagyszámú tényező figyelembe vétele növeli a prognózisok megbízhatóságát, ez a körülmény a légierő harci tevékenységének vezetése szempontjából nagy jelentőségű. A Maniac elnevezésű matematikai gépek segítségével sikerült az Egyesült Államokban a viharok előtt 12 órával helyesen meghatározni erejüket, valamint bekövetkezésük idejét és helyét.

Kiképzési szempontból igen fontos a hadianyagok valóságos alkalmazási körülményeit utánzó gyakorló (imitációs) eszközök létrehozása. Ha megfelelő gyakorlóeszközök vannak arra a célra, hogy fejlesszük a személyi állomány képességeit a különböző típusú repülőgépek vezetésére, a légi lövészetre, a bombavetésre, a távirányított lövedékek irányítására, akkor kevesebb erő és eszköz megy veszendőbe. A legutóbbi időkig használt gyakorlóeszközök fogyatékosasága, hogy a valóságtól nagyon eltérő állapotot hoznak létre. Külföldi közlések szerint az elektronikus számológépek technika eredményei lehetővé tették ma már olyan gyakorlóeszközök megvalósítását, amelyek a valóságot nagy mértékben megközelítő állapotokat tudnak létrehozni. A gyakorlóeszközök mind az analógiás, mind pedig a digitális számológépek elve alapján elkészíthetők.

A katonai repülőtechnika bonyolult eszközeinek megtervezéséhez és megépítéséhez nagy anyagi erőfeszítésre és sok időre van szükség. A számológépek a folyamatok meggyorsításához igen nagy

segítségét adnak. Így például olyan konstrukciós számításokat, amelyek végrehajtásához matematikailag kiválóan képzett személyzettel is 60 munkanapra van szükség, önműködő számológéppel 15 perc alatt el lehet végezni. A számológépek alkalmazása kedvező körülményeket teremt a laboratóriumi kísérletekhez, miután lehetővé teszi, hogy rövid idő alatt meghatározzuk az adott hadianyag, ill. egyes egységei fő szerkezeti jellemzőinek legkedvezőbb kombinációját. Ez esetben a kísérletek egész sorát úgy kell elvégezni, hogy a számológéphez a mintapéldány (pl. szabályozók) egyes berendezéseit kapcsolják egyidejűleg hozzá. Ez számottevő mértékben csökkenti a természetes kísérletekhez szükséges időt és anyagi eszközöket, különösen az irányított lövedékek esetében. Ezek ugyanis általában csak egyszer indíthatók el, más szóval első útjuk alkalmával tönkremennek. Így pl. az irányított lövedékkísérletek során az Egyesült Államokban a Typhoon elnevezésű számológép révén 250 millió dollárt takarítottak meg.

A korszerű repülőtechnika gyors fejlődése nem volna lehetséges az olyan tudományágak mint az aerodinamika, a gázdinamika, a repülőmotorok elmélete, a repülőgépek, valamint az irányított lövedékek repülésének dinamikája, a repülőgép-szilárdságtan stb. megfelelő fejlődése nélkül. A gyorsan dolgozó elektronikus számológépek számos repülési tudományág további gyors fejlődése előtt széles távlatokat nyitnak meg. Jelenleg a matematikai számológépeket már sikeresen alkalmazzák olyan feladatok megoldására, mint egyes repülőgép-szerkezetek szilárdságának vizsgálata (pl. a flutter-típusú szárny önzregésének vizsgálata), a robotpilóta és a vezetőrendszerek fő jellemzőinek meghatározása, az áramvonalak kialakulása a hangfeletti sebességen.

Annak igazolására, hogy milyen időnyereséget és az eszközökben mekkora megtakarítást jelentenek a számológépek, megemlítjük egy repülőgép tervezése közben felmerült rezgési (flutter-) feladat megoldásának esetét. Ez a feladat egy olyan 16 differenciálegyenletből álló egyenletrendszerhez vezet, amely az önzregés folyamatát a gyakorlat számára elegendő pontossággal írja le. Ezen egyenletrendszer megoldásához nagy egyetemes számológéppel mindössze 3 és 1/2 napra van szükség. Négy közönséges számológéppel ezt a feladatot 66 hét alatt lehetne csak megoldani és a számolás ötszörte annyiba kerülne.

Külföldi közlések szerint a legközelebbi években még tökéletesebb, újabb matematikai gépeket építenek. Ezek tökéletesítését oly módon szándékoznak elérni, hogy fokozzák működési gyorsaságukat elektroncsövek nélküli körök segítségével, továbbá az áramköröket közvetlenül kapcsolják: csökkentik a számológépek súlyát és külméreteit kisméretű alkatrészek, új típusú memóriaegységek alkalmazása révén; csökkentik az önköltséget a szabványos egységek általános alkalmazása, valamint a technológia javítása (pl. a nyomtatott áramkörök felhasználása) eredményeként; növelik az üzembiztonságot oly módon, hogy elektroncsövek helyett félvezető diódákat és triódákat használnak. Új módszereket dolgoznak ki az automatikus program-utasítás beállítására is. Építenek olyan digitális számológépeket, amelyek egyúttal modellkonstrukciós berendezések. Egyre szélesebbé válnak tehát a matematikai gépek alkalmazási területei, különösképpen pedig a repüléstudományban.

(Moszkvin V. A. ezds. cikke a *Vesztnyik Vozdusnovo Flota* 1956. júniusi számából.)

KÖNYV- és folyóíratsszemle

Kammerloher: Rádiótechnikások elektrotechnikája I—II.

(Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1957. 224, 364 old.)

Az I. kötet előszava szerint a szerző a könyvet a rádiótechnikásoknak és a tanulóifjúságnak szánta. Célja — mint írja —, hogy megkönnyítse a rádiótechnika alapjainak megismerését. A két kötet közül az első megfelel a célkitűzésnek, a második azonban ennél lényegesen többet nyújt, ugyanakkor megértése nehezebb, bár a szerző itt is szemléletes tárgyalási módszert alkalmaz.

Az I. kötet az egyenáramú áramkörök alaptörvényeivel kezdődik. E fejezet technikai színvonalán, sok példát tartalmaz, de nem emelkedik a szokásos színvonal fölé. A bevett módszertől eltérően igen helyesen alapozza meg a töltés fogalmát, ahogyan ez a tranzisztorokban lejátszódó vezetés mechanizmusa meg-

értése szempontjából szükséges. A II. fejezet helyesen kapcsolja össze a dielektrikum és a vezetőkben kialakult elektromos terek tárgyalását. Így például a változó áramsűrűségeken alapuló számítások könnyen érthetőek. Elkerüli a Coulomb-törvény ismertetését, viszont a kondenzátor fegyverzetek között fellépő erőhatásokat a tér energiájának összefüggései alapján közli, de nem indokolja. Ez a rész elhagyható lett volna. A III. fejezet, amely a mágnesség törvényeivel foglalkozik, a kötet legsikerültebb része. Igen alaposan és érthetően magyarázza meg a mágneses körökkel kapcsolatos számításokat és elméleti megfontolásokat. A IV. fejezet a távvezetéseken lejátszódó folyamatokkal foglalkozik. A Poynting vektort igenesen vezeti be a hullámellenállással lezárt szalagvezeték tárgyalásával. Sajnos, nem használja ki a távvezetéseket és antennák analóg jelenségeinek tárgyalási lehetőségeit és egyáltalán nem

foglalkozik a rádiótechnikások körében ezen elméletileg nem túlzottan ismert, de igen fontos témakörrel. Az V. fejezet a láncvezetők legegyszerűbb fajtáival, az ohmos T és TT tagokkal foglalkozik. Ennek keretében helyes lett volna a szűrőlánc-technika elemeit is ismertetni.

A II. kötet az olvasótól lényegesen nagyobb matematikai felkészültséget igényel. A megértéshez szükséges az integrálás és differenciálás fogalmának ismerete. Ez a kötet bonyolult elektrotechnikai jelenségek kezelésének viszonylag egyszerű matematikai módszerét adja meg igen eredeti módon a komplex szám síkon forgó vektorok fogalmának továbbfejlesztése és általánosítása útján. A II. kötet a váltakozóáramok alaptörvényeinek tárgyalása után részletesen ismerteti a szimbolikus számítási eljárásokat állandó amplitudójú váltakozóáramú mennyiségekre. Ezután rátér a spirális vektorok tárgyalására és a számítási módszer alkal-

mazására. Ennek a segítségével lényegében a Laplace-transzformációval végrehajtott számításokat végzi el a bekapcsolási jelenségekre. Kitűnő elméleti és sokoldalú gyakorlati fejezet foglalkozik a harmónikus analízissel. A könyv utolsó fejezete a modulált váltakozóáramokat tárgyalja. A lengő vektorok bevezetésével szemléletesen tud olyan bonyolult jelenségeket megmagyarázni, mint a frekvencia- és fázismoduláció. A munkát a matematikai függelék teszi teljessé.

Helyes az a módszer, hogy — a mértékegységek fontosságának hangsúlyozása mellett — a szerző csak a gyakorlati egységeket alkalmazza és nem zavarja meg az olvasót a különböző mértékrendszerrel. A második kötet technikai színvonalnál magasabb, mérnökök számára is hasznos munka.

A tárgyalási mód jó, a mondatfűzés egyszerű, érthető. Ez nem utolsósorban a jó fordítás érdeme. Az ábrák kivitele gondosabb lehetne, jobban kellett volna élni a különböző vonalvastagságokkal, az ábrák nem eléggé plasztikusak.

A fordítással és a kiadással a kiadó hozzájárult a középkaderek technikai színvonalának emeléséhez. A könyv jó szolgálatot tehet Néphadseregünk rádió és lokátor technikus tisztjeinek elméleti továbbképzésében is.

B. J.

Magyari Béla:
Híradástechnikai mérések
rezgésvizsgálóval

(Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1956.
234, 485 ábra)

A könyv az elektronsugárcsöves rezgésvizsgáló híradástechnikai alkalmazását ismerteti. Mindenütt, ahol csak elektronikával gyakorlatilag foglalkozunk, szinte kivétel nélkül megtaláljuk a különféle oszcilloszkópokat. Manapság már hihetetlennek tűnik, hogy alig 15–20 évvel ezelőtt még e műszerek nélkül szabályoztak be elektronikus készülékeket, hiszen az oszcilloszkópok annyira hozzátartoznak a mindennapi munkához. Magyari Béla könyvét átlapozva döbbenünk rá, hogy az oszcilloszkópot nem ismerjük eléggé, pedig vele a híradástechnika összes alapméréseit elvégeztetjük.

A könyv mindenekelőtt a műszerek üzembehelyezésével, jelzési pontosságával, valamint az elektronsugárcső fényvezérlésével foglalkozik. Az alapmérés fejezet felöleli a feszültségmérést, az árammérést, a teljesítménymérést, szól a rezgésalakok megfigyeléséről és a hiszterézisgörbe felvételéről, érinti a fázismérés és a frekvenciamérés területét.

A következő fejezet a különféle híradás-

technikai alkatrészekkel foglalkozik. Itt olvasunk többek között a csövek és egyszerű kapcsolásaik, nemkülönben az akusztikus átalakítók vizsgálatáról is. Egy másik fejezetben önálló egységek, mint pl. oszcillátor, középfrekvenciájú erősítő, tápegység méréseivel találkozunk.

A könyv az ezután következő két fejezetben a vevők és az adók oszcilloszkóppal történő hangolásának lehetőségeit ismerteti. Itt találjuk a televíziós vevőkészülékek méréseit is. A továbbiakban a kiegyenlítés jelzéséről és az elektroncsövek önműködő jelleggörbe-rajzolásáról olvashatunk.

„A rezgésvizsgáló használata az oktatásban” c. fejezet inkább a pedagógusokat érdekelheti, viszont a rezgések fényképezéséről írt fejezet útmutatásai általánosan felhasználhatók. A könyv a magyar ipar által gyártott oszcilloszkópok ismertetésével zárul.

Az előadásmód könnyen gördülő és jól érthető, a mérnökök és a technikusok közül haladottabb amatőrök számottevő matematikai előképzettség nélkül használhatják.

Kissé szokatlan a könyv terminológiája. A szakmai szóhasználatban egyes idegen elnevezések (pl. oszcilloszkóp, oszcillográf stb.) annyira elterjedtek, hogy ma már nehéz lesz ezeket a könyvben használni, helyes magyarságú és jól kifejező meghatározásokkal (pl. rezgésvizsgáló) kisorsítani.

H. K.

Die Entwicklungsgeschichte der Erde

(A Föld fejlődésének története)
(Brockhaus, Leipzig, 1955, 652 old.,
184 ábra)

Az utóbbi időben gyakorlati jelentősége miatt egyre többen érdeklődnek a geológia kérdéseiről. A szén, az olaj, az érc, különösen pedig az uránérc kutatása ezt a tudományágat az előtérbe állítja. A földtan azonban emellett nagy segítséget nyújt az építésnek, a vízkutatónak, az erőművek tervezőinek is feladataik megoldásában, sőt a haditechnikusok számára sem érdektelen.

Magyar nyelven sajnos még nem jelent meg olyan szakmunka, amely a geológia iránt érdeklődő mérnökök igényeit volna hivatva kielégíteni, különösen pedig enciklopédikus formában nyújtana gyors felvilágosítást földtani problémákról. Éppen ezért nagyon hasznos lehet a magyar olvasó számára is ez a könyv, amelyet a Német Demokratikus Köztársaság kiváló geológusai: az állami díjas K. v. Bülow professzor, K. Pietzsch professzor, C. D. Werner és mások szerkesztettek.

A könyv anyaga két nagy részre oszlik. Az első részben a földtant, mint tudományt tárja elénk teljes egészében, a hagyományos rendszerezésben. A második rész viszont közel 200 oldalas, igen alapos lexikon, amely abc-rendben közli azokat a fogalmakat, adatokat, amelyek a geológiával kapcsolatosak.

A könyv első részében végigvonul szemünk előtt a Föld fejlődésének története a csillagkortól egészen a geológiai jelenkorig. Számos illusztráció teszi szemléletessé a magyarázatokat. Mindenekelőtt a Földről, mint naprendszerünk egyik bolygójáról találunk ismertetést. A Föld csillagászati adatai után a könyv foglalkozik a Föld hőmérsékletével, sűrűségével, a gravitációval, a belső nyomással, majd a Föld köpenyének felépítésével, végül a földkéreg kémiai összetételével.

Az ásványokat meglehetősen röviden ismerteti, éppen csak a továbbiak megértéséhez szükséges ismereteket, az ásványok szerkezetének egy-két fontosabb előfordulási módját, rácsszerkezeteket stb. közül. Annál részletesebb a különböző kőzetek tárgyalása.

A következőkben a könyv a geofizikára tér rá. Itt szó van a földkéregnek a külső, valamint a belső erők hatására létrejött alakulásáról, majd külön fejezet foglalkozik a földrengéssel.

Általános érdeklődésre tarthat számot a Föld keletkezésére vonatkozó elméletek ismertetése. A könyv mintegy keresztmetszetben tárgyalja az egyes elméleteket, melyek mind arra a kérdésre próbálnak választ adni, hogyan alakult ki a Föld ma ismert arculata. Itt említjük meg, hogy már a könyv megjelenése után került nyilvánosságra dr. Egyed Lászlónak, a neves magyar geofizikusnak elmélete, mely világszerte nagy érdeklődést váltott ki.

A továbbiakban a történeti földtani és a paleontológiai fejezetek következnek, majd az első részt a Föld és az élet keletkezéstörténetének összekapcsolódásáról szóló fejezet zárja le.

A függelék a mérnök-olvasót különösen érdeklő alkalmazott geológiával foglalkozik. Ez a fejezet rövid, csak a legszükségesebbeket tárgyalja. A bányamérnökök, a mély- és magasépítő mérnökök, utépítők, hidrológusok geológiával összefüggő problémáit érinti.

A könyv második része a már említett, igen nagy haszonnal forgatható földtani lexikon. Értékes táblázatok, gazdag fényképanyag, vázlatok, térképek, ábrák egészítik ki a munkát, amelyet megfelelően átdolgozva érdemes volna magyar nyelven is megjelentetni.

M. L.

HADITECHNIKAI SZEMLE

a Magyar Néphadsereg tudományos-technikai folyóirata

Szerkeszti a szerkesztőbizottság

Főszerkesztő: SÁRDY TIBOR mérnök-ezredes

Felelős szerkesztő: NAGY ISTVÁN GYÖRGY okl. gépészmérnök

Kiadja a Zrínyi Honvéd Kiadó

5427/1 Zrínyi Nyomda, Budapest. Felelős: Bolgár I.

Tájékoztató munkatársaink részére

A „Haditechnikai Szemle” szerkesztési és nyomdai munkájának megkönnyítése céljából szükséges, hogy a szerzők kézírataikat 2 példányban, megfelelően előkészített formában küldjék be a szerkesztőséghez (Budapest 114., postafiók 26).

A kéziratot az MNOSZ 9651—51 szabvány szerint kell előkészíteni. A szövegben szereplő fizikai mennyiségek megnevezésére és jelölésére, az egyenletek írásmódjára, a matematikai jelölésekre a vonatkozó szabványok (MNOSZ 244—55, 4899—55, 4900—55) előírásait kell figyelembe venni.

A közleményekhez tartozó rajzokat a szerkesztőség dolgoztatja ki, a kéziratához a kidolgozás alapjául szolgáló ceruzarajzot kell mellékelni. Ezt a rajzot legcélszerűbb oly nagyságban tervezni, hogy róla felére kicsinyített klisé legyen készíthető. E cikk ábráinak léptéke a lehetőséghez képest azonos legyen. A fényképeredetik élesek legyenek, fénytelen papírra másolva.

A kéziratához dokumentációs célokra csatolni kell a munka rövid összefoglalását.

A szerkesztőség a szerzőknek a cikkek kefelevonatait megküldi. Ezeket haladéktalanul ki kell javítani és a szerkesztőséghez visszajuttatni. Mivel a szerkesztőséget ütemterv köti, ezért ha a kefelevonatot a feltüntetett határidőre nem kapná vissza, akkor úgy tekinti, hogy a kefelevonatban javítani való nincsen s a közlemény a kefelevonatnak megfelelően jelenhet meg. A kézirattól eltérő utólagos módosítás (szerzői korrektúra) költségeit a nyomda felszámítja.

A szerkesztőség fenntartja jogát a beküldött közlemények megrövidítésére és stíláriis kiigazítására. Ajánlatos, hogy a szerzők kéziratukról maguk részére másolatot készítsenek, mivel a szerkesztőség a beküldött kéziratokat nem adja vissza.

Különlönyomatok csak a szerzők költségére készülnek, ezeket a szerkesztőségtől legkésőbb a korrigált kefelevonat visszaküldésekor kell megrendelni.

Új műszaki könyvek

MEGJELENTEK:

HORVÁTH: Az elektroncső	96 oldal. Ára füzve 7,— Ft
MARX: Kvantummechanika	296 oldal. Ára kötve 29,50 Ft
STAPF: A kémia és az ipar	400 oldal. Ára kötve 76,50 Ft
STARR: Rádióhírközlés	912 oldal. Ára kötve 150,— Ft

1957. IV. NEGYEDÉVBEN JELENNEK MEG:

BÁRTFAI: Gépelemek	480 oldal. Ára kötve kb. 47,50 Ft
ten BOSCH: Gépelemek	480 oldal. Ára kötve kb. 180,— Ft
ETTRE—MACSKÁSSY: Mit kell tudni a műanyagokról	240 oldal. Ára füzve kb. 20,— Ft
GROGGINS: A szintetikus szerves vegyipar alapeljárásai	800 oldal. Ára kötve kb. 140,— Ft
KRETZMANN: Ipari elektronika	300 oldal. Ára kötve kb. 46,— Ft
SCHMID: Matematika híradástechnikusoknak	272 oldal. Ára kötve kb. 50,50 Ft
SPRINGSTEIN: Rövid- és ultrarövidhullámú készülékek	496 oldal. Ára kötve kb. 69,50 Ft
TARJÁN—LAJTAI: Hidraulikus szerszámgépvezérlés	304 oldal. Ára kötve kb. 48,— Ft

Beszerezhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN
ZRÍNYI KÖNYVESBOLT

Budapest, VI., Népköztársaság útja 2.